

APORTES DE LA METACOGNICIÓN EN EL CAMPO DISCIPLINAR DE LA QUÍMICA

Johanna Patricia Corredor Cuevas

Juan David Londoño Restrepo

Universidad Tecnológica de Pereira

Maestría en Educación

2017

APORTES DE LA METACOGNICIÓN EN EL CAMPO DISCIPLINAR DE LA QUÍMICA

Johanna Patricia Corredor Cuevas

Juan David Londoño Restrepo

Dr. Oscar Eugenio Tamayo Álzate

Director de Investigación

Trabajo para optar al título de Magister en Educación

Universidad Tecnológica de Pereira

Maestría en Educación

2017

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Agradecimientos

A nuestro director de tesis, Óscar Eugenio Tamayo, por brindarnos sus enseñanzas y orientación oportuna, por su calidad humana manifestada en su comprensión, paciencia y apoyo en este camino.

A todos los maestros y compañeros de la maestría, de quienes aprendimos, con quienes compartimos, nos formamos y crecimos.

A nuestros estudiantes, principal fuente de motivación para mejorar como educadores.

A familia y amigos, quienes de una u otra manera nos dieron su apoyo a lo largo del proceso.

A Juan Pablo Arrubla, mi amoroso esposo, fuerza incondicional, quien siempre me infundió confianza e impulsó para alcanzar esta meta, en especial, cuando el camino se tornó difícil.

A mis padres Carlos Corredor y Aracelly Cuevas quienes se esforzaron por brindarme educación y principios. Y junto con mis hermanos Claudia Milena y Carlos me animaron con amor.

Johanna Corredor

A mi madre, Socorro Restrepo por apoyarme en todo momento, sus valiosas enseñanzas, y mostrarme que todo en la vida se logra.

A mi esposa, Melina Giraldo por su entendimiento en los días que no estaba con ella y sus palabras de aliento

Juan David Londoño

Dedicatoria

A Dios, nuestro Padre, por quien todo es, en quien todo se sustenta y a quien debemos todo cuanto somos. Señor, la culminación de este estudio es gracias a ti, a los dones que nos has brindado y a las personas que has puesto en nuestro camino para que fuera posible.

Resumen

La presente investigación se realizó con el fin de describir y comprender los procesos metacognitivos presentes durante el aprendizaje de las leyes de los gases en el dominio de la química en estudiantes de grado 11 de la Institución educativa José Antonio Galán, en un entorno CTS (Ciencia -Tecnología-Sociedad). Para ello, se realizó una investigación de carácter mixto con enfoque descriptivo – comprensivo en la que se tomó como unidad de análisis los procesos metacognitivos presentes en los estudiantes y una población de 33 alumnos de la promoción 2014 de los estratos socioeconómicos 1 y 2 con edades entre los 15 y 19 años. Se analizaron 3 niveles de desempeño (alto, medio y bajo) en la asignatura de química y se diseñaron las actividades de intervención que posteriormente fueron aplicadas durante 10 semanas. Por último, se realizó la triangulación de la información para identificar las categorías que se manifestaron en los procesos metacognitivos de los estudiantes. Se resalta la importancia del diseño de las actividades de intervención que requieren de una planificación deliberada por parte del maestro con el fin de que pueda ser desarrollada en el aula de clase. Al final, se concluye que se favorece el aprendizaje de la química con la enseñanza centrada en la metacognición como dimensión del pensamiento crítico.

Palabras claves:

CTS, metacognición, pensamiento crítico, intervención didáctica, química, Gases ideales.

Abstract

The following investigation was performed in order to describe and understand the metacognitive processes found throughout the learning acquisition of the gas laws in Chemistry. The study was applied to 11 graders at the educational institution José Antonio Galán in a STS environment (Science-Technology-Society). To carry the study out, a mixed-descriptive investigation was performed in which the 33 students' metacognitive processes were taken as an analysis unit in 2014, from a socioeconomic strata 1 and 2, and their ages would range from 15-19 years old. Three levels of academic performance were analyzed (high, medium, low) in Chemistry, and intervention activities were designed that were applied during a 10-week period. Lastly, the triangulation of the data was done in order to identify each category of the students' metacognitive processes. The importance of every activity planning is highly recommended since they need to be planned deliberately, so that they can be used in the classroom. At the end, the following was concluded: the learning of chemistry is favored with teaching focused on metacognition as a dimension of the critical thinking.

Key words

STS, metacognition, intervention activities, chemistry, gases laws.

Tabla de contenido

	Pág.
1. Presentación	12
2. Referente Conceptual	17
2.1 Referentes Teóricos	17
2.1.1 Metacognición	17
2.1.2 Componentes de la metacognición	193
<u>2.1.2.1</u> Conocimiento metacognitivo.....	24
<u>2.1.2.2</u> Conciencia metacognitiva.....	25
<u>2.1.2.3</u> Regulación metacognitiva.	26
2.2 Corriente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).....	28
3. Marco metodológico	31
3.1 Tipo de investigación	31
3.2 Diseño de investigación	32
3.3 Unidad de análisis	33
3.3.1 Operacionalización de la unidad de análisis	33
3.4 Unidad de trabajo	35
3.5 Instrumento de recolección de la información	36
3.6 Procedimiento de investigación	37
3.6.1 Primera fase	38

3.6.2 Segunda fase	39
3.6.3 Tercera fase.....	40
3.7 Análisis.....	41
4. Análisis y discusión	42
4.1 Análisis Cuantitativo General	42
4.2 Análisis categorías y subcategorías de la metacognición según nivel de desempeño	45
4.2.1 Conocimiento Metacognitivo	46
<u>4.2.1.1</u> Conocimiento declarativo.....	46
<u>4.2.1.2</u> Conocimiento Procedimental.	54
<u>4.2.1.3</u> Conocimiento Condicional.....	65
4.2.2 Conciencia Metacognitiva	71
<u>4.2.2.1</u> Propósito de la tarea.	72
<u>4.2.2.2</u> Progreso personal.	76
4.2.3 Regulación Metacognitiva.....	79
<u>4.2.3.1</u> Planeación.....	80
<u>4.2.3.2</u> Monitoreo.	89
<u>4.2.3.3</u> Evaluación.	95
5. Conclusiones.....	105
6. Recomendaciones	110
Referencias bibliográficas	112

Índice de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Operacionalización de la unidad de análisis	35
Cuadro 2. Unidad de trabajo	36
Cuadro 3. Conocimiento metacognitivo, estudiantes con desempeño bajo.....	48
Cuadro 4. Conocimiento declarativo en estudiantes con desempeño medio	50
Cuadro 5. Conocimiento declarativo en estudiantes con desempeño alto	51
Cuadro 6. Cambios en las estrategias desde los tres niveles.....	64

Índice de ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1. Relación entre tareas, estrategias y metacognición	21
Ilustración 2. Componentes de la metacognición	24
Ilustración 3. Ejemplos	87

Índice de graficas

	Pág.
Gráfica 1 Cambios generales en los procesos metacognitivos durante las intervencione	42
Gráfica 2. Cambios metacognitivos en el conocimiento declarativo por nivel de desempeño.....	46
Gráfica 3. Cambios metacognitivos el conocimiento procedimental por nivel de desempeño. ...	54
Gráfica 4. Cambios metacognitivos en el conocimiento condicional por nivel de desempeño....	65

Gráfica 5. Cambios metacognitivos en el propósito de la tarea por nivel de desempeño.....	72
Gráfica 6. Cambios metacognitivos en el progreso personal por nivel de desempeño.....	76
Gráfica 7. Cambios metacognitivos en la planeación por nivel de desempeño.....	80
Gráfica 8. Cambios metacognitivos en el monitoreo por nivel de desempeño.....	89
Gráfica 9. Cambios metacognitivos en la evaluación por nivel de desempeño.....	96

Índice de anexos

Pág.

Anexo A. Actividades de intervención didáctica con enfoque CTS.....	120
---	-----

1. Presentación

La postura actual de la enseñanza de las ciencias deviene de todo un proceso evolutivo de la didáctica, marcada a lo largo del tiempo por las diferentes propuestas para abordar los problemas de la enseñanza, las transformaciones en los paradigmas, las transformaciones sociales y las transformaciones en las prácticas educativas en cada momento (Camillioni, 2007). De ahí se fueron configurando otros estudios centrados en cada área del conocimiento y que forjaron a partir de los años 50 el constructo teórico de la didáctica de las ciencias naturales con un eje problemático definido ¿cómo enseñar ciencias significativamente? En consecuencia, múltiples propuestas son planteadas en busca de alejarse de la concepción tradicional de enseñanza de las ciencias, caracterizada por una transmisión de conocimientos de corte instruccional, para dar paso a un modelo centrado en la interacción entre la actividad educativa del profesor, el contenido y las actividades de aprendizaje de los alumnos (Coll y otros, 2007).

En este contexto el actuar del maestro de ciencias incluye visualizar al estudiante como un actor dinámico de su propio aprendizaje y en ese sentido programar actividades de intervención didáctica para potenciar en el educando su capacidad para desenvolverse en el mundo que le rodea con una actitud científica, crítica y reflexiva. Desde esta perspectiva resulta conveniente seguir la propuesta de Tamayo (2014), donde el propósito central de la enseñanza de la química es la formación de pensamiento crítico en dominio específico, constituido por el desarrollo de habilidades argumentativas, de solución de problemas, motivacionales y metacognitivas.

Dentro de estas habilidades, es reconocido el importante papel de la metacognición en el desarrollo y el aprendizaje (Elosúa, 1993; Gómez & Sanmartí, 2003; Martí, 1995; Ribeiro &

Neto, 2008; Sandí & Cooper, 2011, 2012) y su incidencia para potenciar en los estudiantes el poder ser más conscientes y responsables de sus capacidades, procesos y resultados de aprendizaje, contribuyendo a la autonomía, la autorregulación y al logro de aprendizajes en profundidad (González & Escudero, 2007; Monereo, 2001, 2008), con lo cual podrán hacer frente a un mundo globalizado de constantes y rápidos cambios a nivel cultural, político, científico, social y tecnológico entre otros.

Por lo cual el desarrollo del pensamiento crítico es la finalidad principal en la enseñanza de las ciencias en los diferentes niveles educativos (Tamayo, Zona & Loaiza, 2015). Se pretende así, pasar de aprendizajes superficiales a aprendizajes en profundidad, superando el modelo tradicional de transmisión y repetición de conocimientos, hacia un dominio de conocimientos por parte de los estudiantes, con la capacidad de transformarlos y de utilizarlos para resolver problemas reales (Beas, Santa Cruz, Thomsen, & Utreras 2001, citados en Valenzuela, 2008).

El pensar críticamente implica hacerse cargo de sus propios procesos cognitivos, ser consciente de su pensamiento. Involucra elementos propios de la metacognición como la autorregulación, evidente en la capacidad de hacer seguimiento a las acciones realizadas desde los procesos de planeación, la corrección y tratamiento de los errores, la verificación de los resultados y la valoración de las herramientas y estrategias utilizadas. Esto conduce por un lado a la autonomía del estudiante en su proceso de aprendizaje, ya que puede reconocer sus dificultades y fortalezas, a su vez logra proponer diversas alternativas que le permitan alcanzar los objetivos, haciendo un constante monitoreo de los mismos. Por otro lado, ve favorecido su desempeño académico y con ello su motivación hacia el aprendizaje.

Así, se considera fundamental promover el desarrollo de la metacognición en el aula de clase, ya que, permite a los estudiantes saber cómo aprenden y evaluar su evolución durante el aprendizaje.

En una primera aproximación se entiende que las estrategias cognitivas son aquellas que usa el individuo cuando está dentro del problema, mientras que las estrategias metacognitivas son usadas para controlar los procesos cognitivos para asegurar que se alcancen las metas perseguidas (Martínez, et al., 2001, citados por Tesouro, 2006, p. 2).

Sin embargo, se convierte en un reto para la enseñanza de las ciencias en las aulas de secundaria, donde se intenta por enseñar la manera de enfrentar el problema y no a controlar los procesos que llevan a su solución.

Lo que se evidencia en los resultados de Colombia en la prueba PISA del año 2012, mostrando que de seis niveles de desempeño de hacer ciencias, sólo el 0.1% de los estudiantes participantes se clasificó entre los niveles 5 y 6, haciendo notorio que muy pocos jóvenes de 15 años cuentan con habilidades de investigación bien desarrolladas, construyendo explicaciones basadas en la evidencia y argumentando de acuerdo con un análisis crítico, al aplicar el conocimiento científico y el conocimiento de las ciencias de forma consciente para solucionar una variedad de situaciones científicas y tecnológicas que son familiares.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, es de resaltar la importancia que tiene el investigar la metacognición en el aprendizaje de la química, pues no sólo aporta a la comprensión acerca de la naturaleza estructural y funcional de la cognición del estudiante (Tamayo, 2006), sino que también favorece una apropiación crítica del conocimiento científico y de su propio proceso de aprendizaje.

En correspondencia con lo anterior, el proceso de enseñanza y aprendizaje debe ser contextualizado, haciendo conexión entre la ciencia que se enseña y el mundo que rodea al estudiante (Chamizo & Garritz, 2010; Vilches & Furió, 1999). Para ello, se opta por el diseño y aplicación de actividades de intervención didáctica con enfoque CTS (Ciencia -Tecnología- Sociedad) que proveen la ventaja de incrementar la motivación de los estudiantes y generar un mayor interés por las ciencias (Caamaño, 2005).

De este modo, la presente investigación propone describir y comprender ¿Cuáles son los procesos metacognitivos presentes en el aprendizaje de las leyes de los gases en el dominio de la química en estudiantes de grado 11 de la I.E. José Antonio Galán, en un entorno CTS?

Para dar solución a la anterior pregunta, se orienta la investigación con el objetivo general: Comprender los procesos metacognitivos presentes en el aprendizaje de las leyes de los gases en el dominio de la química en estudiantes de grado 11 de la I.E. José Antonio Galán, en un entorno CTS. A partir de los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar y aplicar actividades de intervención didáctica con enfoque CTS orientadas a desarrollar procesos metacognitivos en el aprendizaje de la química de los gases ideales.

- Identificar las categorías de la metacognición presentes durante el aprendizaje de la química de los gases ideales.

- Describir los procesos de metacognición seguidos por los estudiantes durante las actividades de intervención didáctica.

- Comprender los cambios en los procesos metacognitivos durante las actividades de intervención y su incidencia en el aprendizaje de la química.

En coherencia con los objetivos propuestos se presentan seis apartados que relacionan los aportes de la metacognición en el campo disciplinar de la química.

Los apartados están distribuidos de la siguiente manera: En el primer (el presente) apartado denominado presentación, se encuentran la formulación del problema, la justificación, los objetivos y la introducción.

En el segundo apartado, se presentan el referente conceptual, los referentes teóricos y los antecedentes de la investigación. Este apartado muestra los aspectos teóricos que fundamentan el proyecto.

En el tercer apartado se encuentra el marco metodológico: tipo de investigación, enfoque, diseño, unidad de trabajo, unidad de análisis, instrumentos de recolección de la información y fases de la investigación. En este capítulo se da la descripción detallada de los procesos que se realizaron para obtener y clasificar la información que permite inferir los resultados.

El cuarto apartado se concentra en el análisis de los resultados; la interpretación de lo obtenido con el fin de generar las conclusiones cualitativas y cuantitativas de la investigación.

En el quinto apartado se exponen las conclusiones de la investigación, producto del análisis.

En el sexto apartado se presentan las recomendaciones de la investigación.

Y finalmente se pueden encontrar las referencias bibliográficas y anexos utilizados para el desarrollo de la investigación.

2. Referente Conceptual

Con el propósito de ubicar el marco teórico del problema de investigación, se requiere en primer lugar hacer referencia a la metacognición, sus primeras concepciones, su papel en el proceso de aprendizaje incluidas las estrategias para su enseñanza, además se referencian los resultados de investigaciones que dan cuenta del importante papel de la metacognición en los procesos de enseñanza y aprendizaje, algunos centrados específicamente en el campo disciplinar de la química. En segundo lugar, se aborda el enfoque Ciencia–Tecnología-Sociedad (C-T-S) en la enseñanza de las ciencias, como la apuesta que direcciona el diseño de actividades de intervención y que aporta a la formación de ciudadanos con una comprensión pública de la ciencia y la tecnología, competentes para evaluar y tomar decisiones relacionadas en estos aspectos.

2.1 Referentes Teóricos

2.1.1 Metacognición

Los desarrollos logrados en las investigaciones en psicología cognitiva permitieron empezar a conocer los procesos mentales implicados en el conocimiento, entre ellos el del aprendizaje, en este aspecto, uno de los aportes estudiados con más interés en las dos últimas décadas es la metacognición (Glaser, 1994), entendida como el conocimiento referido al mismo proceso de aprender, es decir, el saber acerca de cómo se aprende, de aprender a aprender, de aprender a

pensar, que conlleva en sí la adquisición de autonomía, la autorregulación y el control consciente sobre el propio aprendizaje.

“La metacognición posibilita al individuo la adquisición de conocimientos y, además, el empleo y control de los mismos” (Vargas & Arbeláez, 2001, p. 3), de ahí que se deba considerar como un objetivo fundamental en el proceso de enseñanza (Campanario, 2000). Este conocimiento no deviene con la madurez biológica, está ligado con el proceso de madurez intelectual del individuo, siendo posible mejorarlo con entrenamiento, ya que supone habilidades de pensamiento de alto nivel (Tesouru, 2006).

El concepto metacognición principalmente es atribuido a Flavell (1979) y tuvo su origen en investigaciones sobre la metamemoria en niños durante la década del setenta. El indagar sobre el conocimiento que las personas tienen sobre la forma cómo funciona su memoria le condujo a estudiar aspectos relacionados con la reflexión del conocimiento y el control que se tiene de la propia cognición, dando lugar al término metacognición (Flavell, 1979).

Para este mismo autor, la metacognición implica procesos de planificación, monitoreo y evaluación del aprendizaje, componentes que en una u otra medida han sido hallados por otros autores en sus estudios. Costa (s.f.), considera la capacidad metacognitiva en torno a la planificación de estrategias tanto para acceder y obtener información como para resolver el problema, la conciencia durante el proceso y la evaluación de la productividad del propio pensamiento. Brown (1987) caracteriza la metacognición como “el control deliberado y consciente de la propia actividad cognitiva” regida por el conocimiento de sí mismo como aprendiz, de las estrategias y su uso, la planificación, la supervisión y la evaluación tanto de los procesos como de los productos.

En general, desde el constructo teórico de la metacognición, se destacan dos componentes, el conocimiento y el control. En el campo de la enseñanza según Martí (1995) “las investigaciones tienen como objeto analizar la relación entre los conocimientos del sujeto sobre sus propios procesos cognitivos y/o la regulación de la actividad frente a la resolución efectiva de la tarea” (p.14).

La metacognición se lleva a cabo cuando el pensador se hace consciente de su propio pensamiento y desarrolla prácticas y técnicas necesarias para la descripción de las diferentes acciones de pensar (Al-ahmadi, 2008), en este proceso, por tanto, el lenguaje permite hacer evidentes sus procesos metacognitivos. (Adey, 2002, citado en: Al- Ahmadi, 2008) describe que es la reflexión consciente de los procesos de su propio pensamiento, después de que ha trabajado en un determinado problema. De esta manera, los alumnos toman conciencia de su propio razonamiento, y el proceso de pensamiento se vuelve explícito.

Metacognición y aprendizaje

En el estudio realizado por Bara (2001), sostiene que para llegar a ser mejor en metacognición es necesaria su práctica, ya sea de forma directa o indirectamente a través de actividades que promuevan su desarrollo. Se sustenta en diferentes investigaciones, en primer lugar, las relacionadas con el conocimiento metacognitivo (de la persona y los procesos) desarrolladas por autores como Hart, Bisanzs y Dunlosky, entre otros, las cuales señalan que el conocimiento puede ser monitorizado con precisión.

En segundo lugar, los estudios sobre la regulación del proceso de pensamiento para ajustarse a demandas situacionales cambiantes, de investigadores como Champione & Moynaaham, cuyos resultados demuestran que la enseñanza de estrategias y el entrenamiento para monitorearlas con

el fin de valorar su efectividad aumenta la capacidad para regular estrategias efectivas y generalizarlas a nuevas situaciones.

En tercer lugar, los estudios de monitorización y regulación, en los cuales han trabajado autores como Kluwe, Scheider, Schoenfeld, Paris y Winograd, basados en el uso de la metacognición en acción para regular procesos de memoria o de selección de estrategias. Estos implican selección o producción de una estrategia a partir de la información disponible, uso y monitoreo de la misma y valoración de su efectividad.

En el primer caso se ha demostrado que niños entre 6 y 8 años pueden monitorizar información para ejecutar labores de recuerdo y entender que el recuerdo se ve facilitado por el uso de estrategias de sorteamiento de la información. Tales estrategias son de uso espontáneo a los diez años. En el segundo caso los resultados demuestran que el permitir que los estudiantes practiquen, monitoricen y evalúen estrategias les permite alcanzar consciencia sobre su efectividad y la regulación de su uso.

Por su parte, Allueva (2002) expone en su investigación la estrecha relación entre la metacognición y aprendizaje. Argumenta que la adquisición de habilidades metacognitivas como las planteadas en el primer principio del aprendizaje del modelo de Brown y Campione (1996) entre las cuales se consideran la conciencia y la comprensión; el aprendizaje intencional, la autoselección y dirección; el autocontrol y control del otro para el bien común; y la práctica reflexiva favorecen el aprendizaje satisfactorio, con menor esfuerzo y mejor rendimiento.

Para reforzar lo anterior, el autor muestra la relación entre la clasificación de las estrategias de aprendizaje ofrecida por Mayor (1991) donde la metacognición constituye el tercer componente basado en la toma de conciencia, el control, el planteamiento, el seguimiento y la evaluación; y

la relación entre las tareas, estrategias y metacognición de Nisbet y Shucksmith (1986), la cual se anexa a continuación en la ilustración 2.

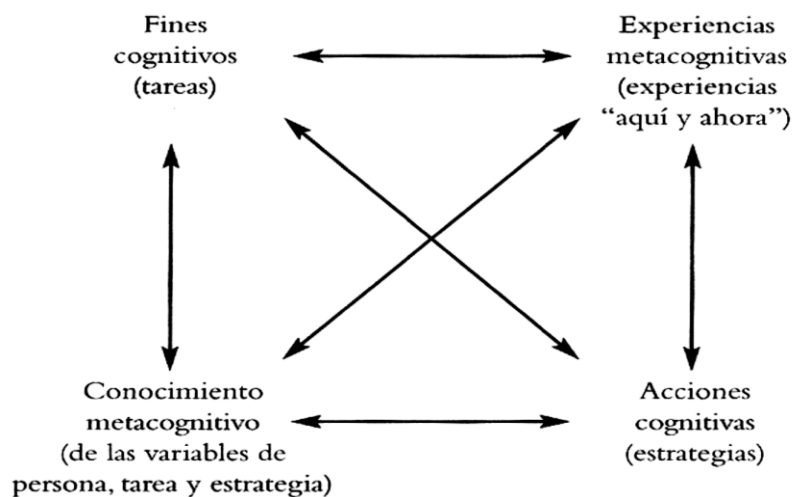


Ilustración 1. Relación entre tareas, estrategias y metacognición

En cuanto a la relación entre la metacognición y el aprendizaje en el dominio específico de la química, la investigación de Case (2000) sustenta la importancia de trascender el modelo tradicional de enseñanza de las ciencias hacia el desarrollo de entornos que fomenten el aprendizaje profundo. Su propuesta consiste en la adopción de prácticas de enseñanza innovadoras para el desarrollo de la comprensión conceptual y facilitar el desarrollo metacognitivo, consistentes en el análisis de cuestiones conceptuales no numéricas en contexto, la discusión entre pares, el estudio de los procesos y la reflexión metacognitiva enfocada al conocimiento, conciencia y control del enfoque de aprendizaje usado por cada estudiante.

Algunos de estos aspectos también fueron incluidos en el diseño de las actividades de intervención de la presente investigación.

Según el autor, los resultados constatan la relevancia del monitoreo y evaluación de las actividades de aprendizaje diseñadas por el maestro para identificar el alcance de los objetivos planteados, ya que sólo el diseño de ambientes de aprendizaje con enfoque metacognitivo no garantiza necesariamente su desarrollo en los estudiantes.

En el estudio de Solaz y Portolés (2010), una de las variables que inciden en la resolución de problemas a nivel del aula de química es la metacognición. Implica el aprendizaje y uso de estrategias tales como juzgar los procesos o productos durante la ejecución (control o monitoreo y evaluación), hacer un razonamiento cualitativo previo del problema (conocimiento procedimental y planeación) y la reflexión hacia atrás de los pasos seguidos durante la resolución (evaluación). Todo lo anterior desarrollado en un ambiente de cooperación entre estudiantes basado en el intercambio de ideas y opiniones.

Así mismo, la investigación realizada por Sandí y Cooper (2011), aparte de diseñar y evaluar experiencias de aprendizaje que promueven el uso de habilidades metacognitivas y el desarrollo métodos de evaluación del uso de la metacognición en el aprendizaje de la química como Inventario de Actividades Metacognitivas (MCAi) y el ambiente cibernético (IMMEX) , también evidencia que la interacción social significativa e intencionada tiene el potencial de inducir la reflexión metacognitiva tanto sobre la propia persona como sobre los procesos de resolución de problemas llevados a cabo.

Los resultados de los anteriores estudios confirman la importancia de las subcategorías de la metacognición tomadas como referente en nuestra investigación para la construcción de las actividades de intervención de aula y la conveniencia de incluir espacios de discusión grupal durante las mismas para favorecer el aprendizaje de la química del estado gaseoso.

El artículo de Gómez (2008) centrado en conocer los obstáculos en el aprendizaje de la nomenclatura química, resalta la efectividad de promover en el aula el aprendizaje metacognitivo y la autorregulación del aprendizaje, porque el estudiante al identificar sus dificultades, sus fortalezas y el cómo aprende, puede establecer estrategias para mejorar su aprendizaje.

Los resultados de dicha reflexión se consideran el insumo para el diseño de unidades didácticas que favorezcan el aprendizaje significativo. Por otro lado, hace énfasis en el impacto positivo de un enfoque CTS en la enseñanza, dado que hace más significativos los aprendizajes, promueve la discusión entre pares y permite modificar concepciones.

Para finalizar, el trabajo realizado por González y Escudero (2007) sobre la aplicación de una propuesta didáctica innovadora donde además de las habituales actividades de cognición, se desarrollaron actividades de metacognición direccionadas a apuntalar la autorregulación, evidenció resultados favorables en la comprensión de los conceptos relacionados con la resolución de problemas de estequiometría. En contraste con la enseñanza tradicional, la metacognición en el aula aporta elementos a favor de la autonomía en el aprendizaje.

2.1.2 Componentes de la metacognición

En la actualidad, en el estudio de la metacognición se identifican tres categorías centrales: tipo de conocimiento, conciencia metacognitiva y regulación (Gustone & Mitchell, 1998; Tamayo 2006), bajo las cuales se direcciona la presente investigación.

A continuación, en la figura 1 se expone la visión de Tamayo (2006) sobre los componentes de la metacognición y posteriormente se realiza la caracterización de cada uno.

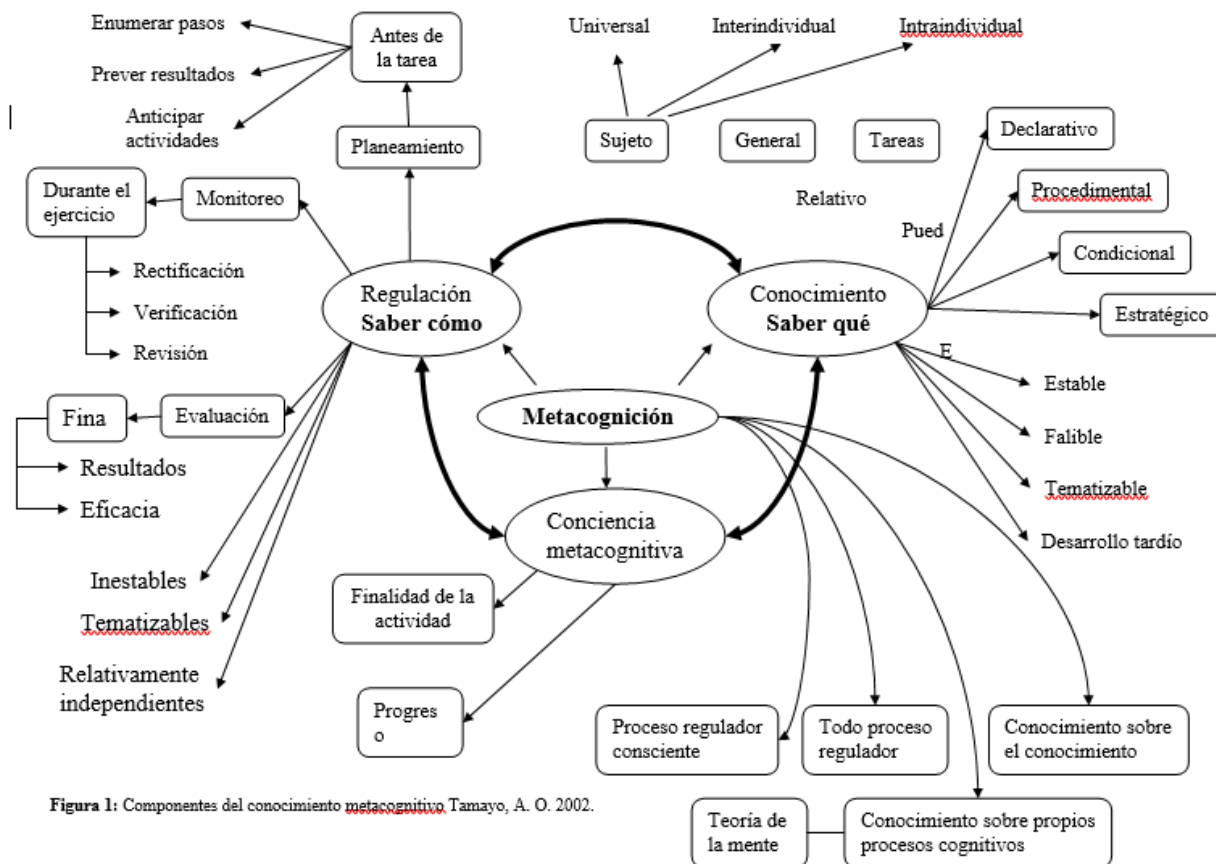


Ilustración 2. Componentes de la metacognición

2.1.2.1 Conocimiento metacognitivo.

Se refiere a la comprensión de los procesos cognitivos. Para Flavell (1987) se relaciona con el conocimiento que tiene la persona de sí misma, sus capacidades y limitaciones, el conocimiento de la tarea y el conocimiento de las estrategias que se pueden aplicar para resolver un problema. Según Shraw & Moshman (1995) referenciados por Tamayo (2006) este tipo de conocimiento puede ser de tipo declarativo, procedimental o condicional.

El conocimiento declarativo hace referencia al “que”, es el saber acerca del rendimiento propio como aprendices y los factores que inciden en éste, es el saber sobre sus propias

capacidades, habilidades, estrategias y conocimientos para afrontar una tarea, así como las dificultades que ésta representa (Flórez & Moreno, 2009; Tamayo, 2006; Zulma 2006).

El conocimiento procedimental se relaciona con el “cómo”, es el saber referido a las diferentes acciones que deben ser ejecutadas para realizar una tarea, es un saber cómo se hacen las cosas, de cómo suceden y puede representarse como heurísticos y como estrategias en las cuales los individuos definen los pasos seguidos en la solución a un problema (Tamayo, 2006). En palabras de Bara (2001), el conocimiento procedimental puede adquirirse gradualmente a través de la práctica y se puede expresar de forma verbal.

El conocimiento condicional hace referencia al “por qué”, implica la articulación consciente entre el conocimiento declarativo y el procedimental, la relación entre los conceptos y las acciones, el saber sobre qué estrategias utilizar, cuándo y por qué (Castellón, Cassiani y Díaz, 2015; Bara, 2001; Tamayo, 2006). Es considerado como un tipo de conocimiento estratégico de índole reflexivo y consciente, que proporciona para quien lo ha desarrollado el poder hacer explícito sus propios procesos de pensamiento y estar en mejores condiciones para evaluar las exigencias de una situación específica de aprendizaje, así como seleccionar o formular las estrategias más adecuadas para esa situación (Angulo, 2002; Flórez & Moreno, 2009; Tamayo, 2006). Por lo anterior, el conocimiento condicional es considerado de gran importancia en el aprendizaje de las ciencias y en la formación de pensamiento crítico.

2.1.2.2 Conciencia metacognitiva.

En concordancia con Tamayo (2006), la conciencia metacognitiva es de carácter íntimo. Se compone de dos elementos, el propósito de la tarea y el progreso personal. El primero, hace

referencia al conocimiento que se posee sobre la finalidad de las actividades que se desarrollan, se vincula, por tanto, con el conocimiento metacognitivo ya que en cierta medida direcciona los procedimientos o acciones que se deben llevar a cabo para resolver la tarea. El segundo, corresponde a la conciencia sobre el progreso que se ha alcanzado en la realización de una tarea al usar una determinada estrategia metacognitiva, lo cual se articula a su vez con procesos de seguimiento y evaluación de la acción pertenecientes a la categoría regulación metacognitiva.

2.1.2.3 Regulación metacognitiva.

Es entendida como el control de la actividad mental. Según Shraw (1998, citado en: Tamayo, 2006, p. 278), la regulación implica un conjunto de actividades que ayudan a los estudiantes a controlar su aprendizaje, al mantener una actitud reflexiva y consciente antes, durante y después de realizar una tarea. En consecuencia, mejora el aprendizaje y conduce a una mayor consciencia y comprensión de los errores. Se reconocen tres procesos cognitivos desarrollados en la regulación metacognitiva a saber: Planificación o Planeación, Control también llamado Monitoreo o Seguimiento y Evaluación (Brown, 1983, citado en: Angulo, 2002).

La planeación corresponde al antes de resolver la tarea, aquí se predicen resultados, se seleccionan y secuencian estrategias, se priorizan procedimientos, se secuencian las acciones a realizar teniendo en cuenta también aspectos como la atención y el tiempo. El monitoreo se realiza durante la ejecución de la tarea, consiste en la revisión permanente de los procedimientos y estrategias utilizadas, para validarlas o realizar correcciones y rectificaciones o ajustes en función del objetivo de la tarea, es decir, la gestión y corrección de los errores (Jorba &

Sanmartí, 1995). Por último, la evaluación se realiza al finalizar la tarea con el fin de determinar el alcance de la meta y la eficacia de las estrategias utilizadas.

Winne (1995, citado en: Angulo, 2002), hace distinción entre dos tipos de regulación, interna y externa. La regulación interna es aquella en la cual el estudiante por sí mismo lleva a cabo la planificación, el monitoreo y la evaluación en concordancia con el objetivo de aprendizaje, mientras que en la regulación externa el estudiante depende de otras personas para realizar la tarea, esto incluye la identificación del objetivo de la tarea, la elección de estrategias, los procedimientos seguidos, el monitoreo y evaluación de los mismos. En este sentido, es importante lograr el paso de regulación externa a regulación interna (autorregulación) en los estudiantes para favorecer la autonomía en el aprendizaje.

Para Labatut (2004) la regulación es gradual y considera que es la propuesta central de la metacognición, de esta forma en un estudiante autorregulado sus actuaciones durante una tarea de aprendizaje no están dominadas por la impulsividad cognitiva o motora, ni es dependiente de regulación externa.

2.2 Corriente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

Los orígenes de las corrientes CTS representan la ciencia y las nuevas tecnologías. Lo que se buscaba con el desarrollo social de éstas, era volver críticos a las personas sobre los desarrollos científicos y tecnológicos en la sociedad.

En los años 70, llegaron movimientos activistas sociales, que hicieron replantear el desarrollo de la CTS. Lo que se buscaba era una relación entre los desarrollos científicos y el entorno social en que se desarrollaban.

Esta corriente CTS no es algo nuevo, pues se ha intentado implementar en los currículos desde sus inicios. “Para futuros ciudadanos en una sociedad democrática, comprender la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como entender los conceptos y los procesos de la ciencia” (Gallagher, 1971, p. 337).

Para su implementación en el contexto educativo las CTS requieren un cambio de concepción, dejando de lado la educación tradicional, para transformar la enseñanza de la ciencia; en este sentido Garritz (1994, p. 218) expone:

El enfoque CTS no es una forma especial de educación, como la educación ambiental o la educación para la salud, tampoco es una manera de ordenar los contenidos de un currículo o de seleccionarlos... CTS es una reforma educativa que implica un cambio de gran alcance.

Ya que el objetivo de la metodología CTS es, cambiar la concepción de ciencia y por ende su forma de enseñanza, dejando de lado el laboratorio artificial, para proponer la participación de los estudiantes en la resolución de problemas cotidianos y contextualizados, y en debates que

giran en torno a los desarrollos científicos y tecnológicos, promoviendo la alfabetización científica, en la formación de ciudadanos responsables con la ciencia. La nueva visión de "Ciencia para todos" pretende formar los futuros científicos, ingenieros, médicos, etc. (Fensham, 1985; Membiela, 1997).

Según Guerra, Alvarado, Zenteno-Mendoza, & Garritz (2008, p.2)

Una conclusión general de los estudios publicados es que la enseñanza CTS ayuda al desarrollo del conocimiento de los estudiantes, a sus habilidades en proceso, a su creatividad, a sus actitudes hacia la ciencia, a su toma de decisiones y visión epistemológica acerca de la misma.

Así pues, se pretende con la ayuda de la CTS tener herramientas para el desarrollo de la sociedad. Aunque se cree que la sociedad esta desvinculada de la ciencia y la tecnología, donde solo un grupo selecto y aislado que conviven con ella. Sobre esto Gilbert (2006) ha indicado que la función del contexto es “describir las circunstancias que le dan sentido a las palabras, las frases y las oraciones” y que el contexto es “un evento focal inmerso en un espacio cultural específico” (p.3).

La corriente CTS permite desarrollar contextos reales, donde los alumnos pueden conectar lo que aprenden con lo que hacen en su entorno. Sobre esto se puede plantear que los programas tradicionales basados en conceptos que proporcionan una visión rígida y dogmática del mundo imposibilitan plantear preguntas que inciten a la intervención y a la reflexión sobre fenómenos y las relaciones entre estos, que sean relevantes para comprender los temas científicos de actualidad (Izquierdo, 2005, p. 115) como lo hace el enfoque CTS.

En este sentido, es de gran importancia investigar diferentes trabajos sobre la implementación de la ciencia, tecnología, y la sociedad “CTS” en el aula, que aportan a la implementación de nuevas estrategias de metacognición. Y que pese a sus grandes bondades que favorecen el aprendizaje y autonomía de los estudiantes, “la educación química normal está aislada del sentido común, de la vida cotidiana, de la sociedad, de la historia y la filosofía de la ciencia, de la tecnología, de la física escolar y de la investigación química actual” (Van Berkel, et al., 2000, p. 123).

La implementación de la CTS en la presente investigación se utiliza para el diseño de las intervenciones didácticas, con las cuales se espera tener resultados positivos. De acuerdo con esto los alumnos tendrán un mayor interés sobre cómo aprenden en química. En concordancia, Izquierdo (2005) plantea que el principal aporte que puede hacer la ciencia a la educación de las personas es enseñar a pensar sobre los resultados de una intervención con motivo y objetivo, mediante “modelos” que integren reglas de actuación y lenguajes con los cuales se socialicen los conocimientos. (p. 120)

3. Marco metodológico

En este capítulo se describe el tipo de enfoque y diseño de la presente investigación, teniendo en cuenta la unidad análisis y la unidad de trabajo, las técnicas e instrumentos de recolección de la información, la operacionalización de la variable y el proceso llevado a cabo para analizar la información.

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter mixto, incluye un componente cuantitativo el cual permite obtener datos numéricos para establecer el comportamiento estadístico de cada una de las subcategorías de la metacognición durante la aplicación de las diferentes actividades de intervención didáctica. El componente cualitativo tiene como propósito describir y comprender la evolución de los procesos metacognitivos de los estudiantes a lo largo de la ejecución de las actividades de intervención didáctica con enfoque C-T-S, dada la naturaleza subjetiva e interna de dichos procesos.

Por lo tanto, el uso del enfoque mixto potencia no solo la interpretación de los datos numéricos, sino que también favorece la obtención una mejor evidencia y comprensión del fenómeno de estudio, a través del análisis cualitativo (Pereira, 2011).

3.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es descriptivo-comprensivo, ya que está orientado a indagar la relación entre el desarrollo de los procesos metacognitivos y el aprendizaje de la química. Se tiene como fuente las respuestas escritas de los estudiantes para determinar cuáles son las características de las subcategorías analizadas y cómo varían en el tiempo. A partir de la información obtenida se pretende explicar por qué se manifiesta de una forma determinada una subcategoría en particular y razonar la relación de la metacognición con el aprendizaje de la química.

Desde el componente descriptivo se miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir (Dankhe, 1989). En cuanto al componente comprensivo implica el intercambio de significaciones para acceder al sentido de dichas prácticas de vida centrando el interés en lo particular referido desde la cotidianidad.

Con base en lo anterior, se diseñaron una serie de intervenciones didácticas a través de una temática basada en ciencia, tecnología y sociedad, apoyada en la realidad vivencial de los estudiantes. Siendo el cambio climático una problemática de interés para la población en general, expuesta permanentemente por los medios de comunicación y en especial el cine, se toma como eje articulador la búsqueda de un nuevo lugar para vivir.

El análisis de diferentes hábitats como alternativa para la supervivencia del ser humano permite organizar una secuencia de actividades a través de las cuales los estudiantes construyen saberes sobre las propiedades, factores y leyes que determinan el estado gaseoso y donde a su

vez, se hacen explícitos, se promueven y potencian procesos de resolución de problemas y metacognición.

3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis está conformada por los procesos metacognitivos presentes en los estudiantes. Desde Flavell (1979), es la habilidad para monitorear, evaluar y planificar nuestro propio aprendizaje. (p. 276)

3.3.1 Operacionalización de la unidad de análisis

El constructo teórico y de antecedentes consultado para la presente investigación permite establecer unas categorías orientadoras que se detallan en el cuadro 1. A su vez, serán la guía para diseñar los instrumentos de recolección de información que se describen más adelante.

Definición de la unidad de análisis	Explicitación y definición de las Categorías Iniciales	Componentes de las categorías
Metacognición	Conocimiento metacognitivo	Conocimiento declarativo saber qué
Según Flavell (1979), es la habilidad para monitorear, evaluar y planificar nuestro propio aprendizaje.	Conocimiento que tienen las personas sobre sus propios procesos cognitivos.	Es un conocimiento proposicional referido a un saber que, acerca de uno mismo como aprendiz y de los diferentes factores que influyen de manera positiva o negativa en nuestro rendimiento (Tamayo, 2006).
Cualquier conocimiento sobre el conocimiento (Flavell, 1987).		Conocimiento procedimental
La metacognición se lleva a cabo cuando el pensador se hace consciente de su		Saber cómo se hacen las cosas, cómo suceden. Es un tipo de conocimiento que puede representarse como heurísticos y

propio pensamiento y desarrolla prácticas y las técnicas necesarias para la descripción de las diferentes acciones de pensar (Al-ahmadi, 2008)

Adey (2002, citado en: Al-ahmadi, 2008) describe que es la reflexión consciente de un niño de los procesos de su propio pensamiento, después de que ha trabajado en un determinado problema. De esta manera, los alumnos toman conciencia de su propio razonamiento, y el proceso de pensamiento se vuelve explícito.

como estrategias en las cuales los individuos definen los pasos seguidos en la solución a un problema. (Tamayo, 2014).

Conocimiento condicional saber por qué y cuándo se usan el conocimiento declarativo y el procedimental (Garner, 1990; Mayer, 1998; citados en: Tamayo, 2014)

Conciencia metacognitiva

es un saber de naturaleza intra-individual, se refiere al conocimiento que tienen los estudiantes de los propósitos de las actividades que desarrollan y de la conciencia que tienen sobre su progreso personal. (Hartman, 1998 citado en: Tamayo, 2014, p. 277).

Propósito de la tarea

Progreso personal

Regulación metacognitiva

se refiere al conjunto de actividades que ayudan al estudiante a controlar su aprendizaje, se relaciona con las decisiones del aprendiz antes, durante y después de realizar cierta tarea de aprendizaje.

Planeación

Incluye la selección de estrategias previas a la ejecución, así como la selección de los recursos adecuados para la realización de la tarea: las predicciones antes de la lectura, secuenciar las actividades, pensar en los objetivos propuestos, asignar el tiempo requerido, entre otras, son algunos ejemplos.

Monitoreo

Se refiere a la revisión que se realiza durante la tarea o a la autoevaluación durante la ejecución y, por señalar algunos ejemplos, nombraremos la consideración sobre cómo se está ejecutando la tarea, la variación de las estrategias que no están dando resultado o el percatarse de que no se está comprendiendo un texto dado, y retomar su lectura (Martínez, 2004, p. 25).

Evaluación

Comprende la consideración de los productos o resultados de la ejecución y una valoración de la actividad, así como la toma de una decisión al respecto; este subproceso podría definirse como la valoración de lo realizado y lo que ha quedado por mejorar o realizar.

Cuadro 1. Operacionalización de la unidad de análisis**3.4. Unidad de trabajo**

De manera particular, para la presente investigación la unidad de trabajo corresponde a 33 estudiantes de grado 11A promoción 2014 del Colegio Oficial José Antonio Galán, ubicado en el kilómetro 7 vía Armenia, vereda Tribunas. La institución es de carácter oficial rural, con una población mixta de estrato socioeconómico 1 y 2 principalmente, con edades que oscilan entre los 15 y los 19 años. Una vez categorizados según su nivel de desempeño (alto, medio y bajo) en la asignatura de química, todo el grupo participó de las intervenciones realizadas, sin embargo, para el análisis se seleccionaron de manera aleatoria 3 estudiantes por nivel de desempeño.

A continuación, en el cuadro 2 se establece la tipología con la cual serán designados los estudiantes del análisis.

Nombre	Clave	Nivel de desempeño
Arcila Luis Felipe	E1	Bajo
Correa Laura	E2	Bajo

Rúa Santiago	E3	Bajo
Blandón Katherine	E4	Medio
Betancur Santiago	E5	Medio
Villa Sebastián	E6	Medio
Alarcón Cristian	E7	Alto
Hincapié Érica	E8	Alto
Saldarriaga Alejandro	E9	Alto

Cuadro 2. Unidad de trabajo

3.5. Instrumento de recolección de la información

3.5.1 Actividades de intervención

Teniendo en cuenta la operacionalización de la unidad de análisis, las actividades de intervención se centran en situaciones que proponen al estudiante en un contexto en el cual debe hacer uso de sus conocimientos en química desde una mirada cualitativa para explicar los fenómenos planteados.

El tema elegido para captar la atención del estudiante en torno al aprendizaje del estado gaseoso tiene como título “Los gases y la búsqueda de un nuevo lugar para vivir”. Consiste en cuatro actividades de intervención. La actividad 0 permite indagar los saberes previos de los estudiantes sobre los estados de agregación de la materia. A través del desarrollo de la guía identifican los factores que determinan cada estado a la vez que son inducidos a expresar lo que piensan y porqué lo piensan.

Las intervenciones están organizadas de la siguiente manera:

- Intervención 0 (saberes previos): 1 semana clase
- Intervención 1 (vivir bajo el agua): 3 semanas clase
- Intervención 2 (vivir en otro planeta): 3 semanas clase
- Intervención 3 (vivir bajo tierra): 3 semanas clase

La actividad 1 plantea vivir bajo el mar como posible solución en caso de que se hiciera insostenible la vida en el planeta, por este estilo las 4 sesiones (ver Anexo A). Donde se enfrenta inicialmente a cada situación de forma individual y luego confronta sus respuestas con sus pares. Desde esta estrategia se descubren los factores que inciden en el estado gaseoso, construyendo sus propias descripciones de los conceptos, estableciendo relaciones de los mismos y se resuelven problemas.

3.6. Procedimiento de investigación

La intervención del profesor en el aula tiene como finalidad ser guía ante las dificultades o dudas que presentan los estudiantes durante la aplicación de las actividades, permitiéndoles hallar por sí mismos las respuestas. Antes de la primera intervención, se realiza una sesión de socialización de la investigación, los instrumentos, la dinámica de clase. Aclarando lo que es un enfoque CTS y los procesos metacognitivos. Al final de la sesión, el profesor dirige una plenaria, donde los estudiantes dan sus puntos de vista incluyendo la del profesor. En las sesiones siguientes el profesor crea una conexión con las actividades anteriores.

Teniendo en cuenta toda la fundamentación metodológica expuesta hasta el momento, el proceso de la investigación se divide en las siguientes tres fases:

3.6.1 Primera fase

En esta fase se realiza la categorización de los estudiantes en niveles de desempeño alto, medio y bajo según el informe académico en la asignatura de química y la consulta a docentes orientadores del año anterior.

Al mismo tiempo se diseñan las actividades de intervención con enfoque CTS, teniendo en cuenta el plan de estudios para el primer período en la asignatura de química de grado undécimo en la Institución Educativa José Antonio Galán. Las cuales fueron revisadas y aprobadas por los integrantes de la línea de investigación en supervisión de su director el doctor Oscar Eugenio Tamayo.

En el diseño de la intervención didáctica se plantea el tema central sobre qué pasaría si se hace insostenible la vida en la tierra. Donde se abordan diferentes alternativas para un futuro de la supervivencia.

Se realiza una actividad “0” para identificar los conocimientos previos, Luego se realiza la actividad “1” donde se trabajó el tema de la Ley Boyle en el entorno CTS de vivir debajo del mar, en la actividad “2” se trabajó la Ley de Charles en el entorno CTS de vivir en el espacio, la última actividad es la “3” se abordó el tema de Ley Combinada y el principio de Avogadro en el entorno CTS de vivir debajo de la tierra.

En el diseño de las intervenciones didácticas se tienen en cuenta las diferentes dimensiones del pensamiento crítico, donde se asocian preguntas que van enfocadas a la motivación, argumentación, solución de problemas, y la metacognición.

De forma adicional, se diseñan tres actividades centradas específicamente en los procesos de argumentación de los estudiantes y que son el insumo para el análisis de esta dimensión del pensamiento crítico en otra investigación.

Gay Lussac: plantea la enseñanza de la ley de Gay Lussac tomando como referencia la olla a presión, a través de una lectura y preguntas para discusión grupal, se eligen posturas, construyen argumentos y conclusiones.

Gases Ideales: a través de una lectura colectiva, una animación multimedia, ejemplos CTS, promueve la discusión en torno a los gases reales y los gases ideales.

Fin del mundo: mediante un video que plantea cuatro opciones para salvar a la humanidad frente a un holocausto que deje la superficie de la tierra inhabitable. Los estudiantes deben conformar grupos entorno a su opción elegida y argumentar las razones porque eligieron tal solución haciendo uso del conocimiento construido sobre las leyes de los gases.

3.6.2 Segunda fase

En la segunda fase, se aplican cuatro actividades de intervención didáctica durante un período de 10 semanas, con orientación hacia el desarrollo de procesos metacognitivos durante el aprendizaje de las leyes y factores que rigen el estado gaseoso. Cada actividad cuenta con una serie de preguntas cuya finalidad aparte de inducir al estudiante a reflexionar sobre su propia cognición sirven como instrumentos de recolección de información.

Se diseñan cuatro intervenciones didácticas anexas a la temática de “leyes de los gases ideales” como complemento a la enseñanza de estos temas en clase de química. Dichas

intervenciones se basan en principios CTS, situaciones de ciencia, tecnología y sociedad que relacionan las leyes de los gases ideales.

Al finalizar cada una de las actividades se realiza una puesta en común con el fin de encontrar: dificultades presentadas, estrategias para mejorar la resolución de problemas, procesos a mejorar, contrastación de los resultados obtenidos con los teóricos.

3.6.3 Tercera fase

En la última fase se realiza la triangulación de la información para identificar las categorías que se manifiestan en los procesos metacognitivos de los estudiantes, de esta forma caracterizar dichos procesos y determinar su relación con el aprendizaje de la química.

En cada una de las actividades se analizaron aspectos como la identificación de componentes metacognitivos, y su justificación apropiada por medio del software ATLAS TI, donde luego se procedió a categorizar las respuestas dadas teniendo en cuenta la operacionalización de unidad de análisis. Según cuadro 1.

La recolección de la información se realizó mediante los instrumentos de lápiz y papel, su diseño tiene el objetivo de identificar los niveles de metacognición presentados por los estudiantes mientras respondían preguntas sobre situaciones CTS relacionadas con las leyes que rigen los gases ideales; donde se buscaron procesos metacognitivos respuesta por respuesta; primero de manera individual y luego en pequeños grupos; estos instrumentos a su vez permitieron relacionar el aprendizaje de las teorías sobre las leyes que rigen los gases ideales con sus procesos metacognitivos.

3.7. Análisis

En esta última fase se realiza el análisis de los resultados, el cual se presenta en el siguiente apartado. Éste incluye un componente cuantitativo y otro cualitativo. Se centra en el análisis del contenido de las oraciones nucleares seleccionadas a partir de las respuestas dadas por los estudiantes (ver anexo B) durante las cuatro actividades de intervención didáctica (Chomsky, 2004), en las cuales se halla evidencia de las diferentes subcategorías que componen la metacognición a la luz del constructo teórico y de antecedentes establecido en la presente investigación.

Inicialmente se realiza un análisis cuantitativo general para establecer la frecuencia y la variación de cada subcategoría a lo largo de las actividades de intervención, en relación con el nivel de desempeño de los estudiantes.

Posteriormente para cada nivel de desempeño se describe el estado de los procesos metacognitivos de los estudiantes, acompañado del análisis comprensivo correspondiente en contraste con los referentes teóricos y antecedentes de investigación consultados, en torno a los cambios manifestados durante las actividades de intervención en cada una de las subcategorías de la metacognición y su relación con el aprendizaje en el dominio específico de la química.

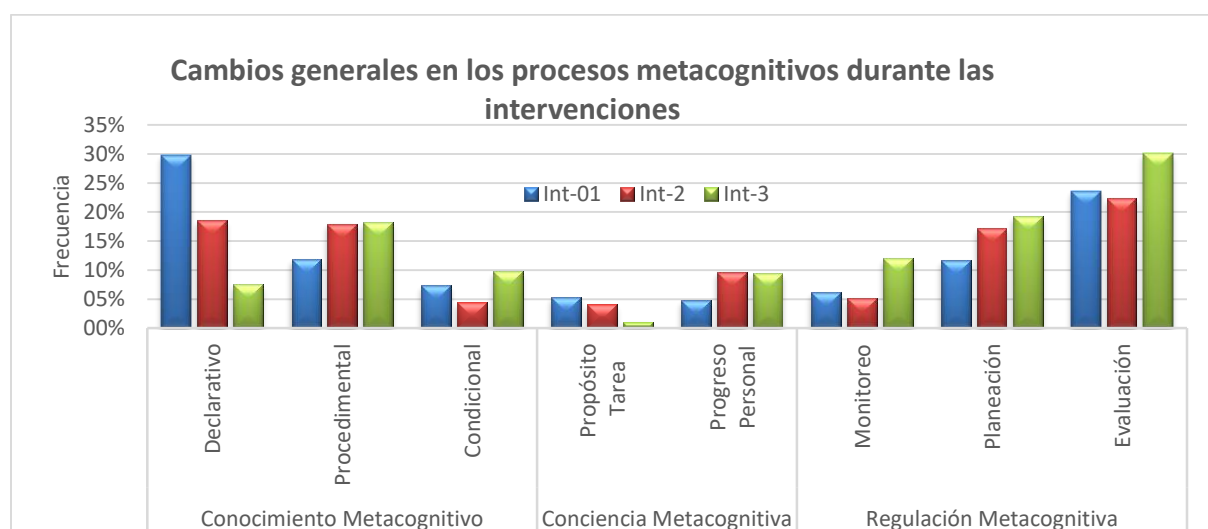
Finalmente se analiza la incidencia de la aplicación de actividades de intervención didáctica con un enfoque metacognitivo en el aprendizaje de la química.

4. Análisis y discusión

El análisis de resultados tiene como finalidad identificar y comprender cómo se manifiestan las categorías de la metacognición según los diferentes niveles de desempeño académico: bajo, medio y alto, durante el aprendizaje de la química del estado gaseoso propuestas por el grupo de investigación "Cognición y Educación" de la Universidad de Manizales, correspondientes a: 1. Conocimiento, 2. Conciencia y 3. Regulación.

4.1 Análisis Cuantitativo General

Se realiza un análisis de orden cuantitativo con el fin de evidenciar la frecuencia de las subcategorías de la Metacognición en los estudiantes de grado 11^a del Colegio Oficial José Antonio Galán. En la gráfica 1, se muestran porcentualmente las subcategorías encontradas durante tres intervenciones, para todos los estudiantes durante la recolección de la información.



Gráfica 1 Cambios generales en los procesos metacognitivos durante las intervenciones

Al observar la gráfica 1 las subcategorías con porcentajes más altos en la intervención 1: son el conocimiento declarativo con una frecuencia (29,8%), esto indica que algunos estudiantes pueden determinar su rendimiento como aprendices en la actividad. Y la subcategoría evaluación con un 23,6% indicando que algunos estudiantes realizan una valoración de la tarea realizada. Ambos resultados, demuestran que dichos procesos son desarrollados frecuentemente en el aula, pero en su mayoría al carecer de reflexión pierden todo su potencial para favorecer el aprendizaje, como sucede generalmente en el modelo de enseñanza tradicional.

Más el impacto de la intervención de aula en las dos subcategorías se ve reflejado durante las fases 2 y 3, revelando una disminución en el conocimiento declarativo hasta un valor de 7,5% y el continuo incremento de la evaluación con una frecuencia final de 30,1 % debido al fortalecimiento de otras subcategorías de la metacognición que complementan estos procesos. Es así como en la categoría conocimiento metacognitivo se incrementa el conocimiento procedimental y el condicional. El conocimiento procedimental que alcanza un 18,2% indicando un avance significativo en el saber de los estudiantes sobre las acciones que se deben llevar a cabo para resolver una tarea (Bara, 2001). Y el conocimiento condicional con una frecuencia de 9,8% en la última intervención, sugiere mayor capacidad para articular el conocimiento declarativo y procedimental, tanto sobre sí mismo como sobre la tarea.

En la categoría regulación, las dos subcategorías que reorientaron y potenciaron el proceso de evaluación son el monitoreo y la planeación. El primero tuvo un incremento del 5,8% entre las intervenciones 1 y 3, lo cual muestra un aumento en la habilidad para realizar acciones de revisión durante la tarea y de autoevaluación durante la ejecución (Martínez, 2004). La planeación, por su parte, se eleva a un 19,2%, de tal manera que los estudiantes han mejorado en

su capacidad para anticipar, seleccionar y secuenciar acciones y procedimientos necesarios para resolver una tarea.

En este sentido, en la medida que el estudiante tiene cada vez más conciencia de por qué usar una estrategia y no otra o cuándo se debe utilizar en concordancia con la tarea solicitada (conocimiento condicional) también adquiere mayor destreza en los procesos de planeación, monitoreo y evaluación. Por lo tanto, el incremento en las frecuencias de estas subcategorías durante la investigación confirman lo planteado por Zulma (2006) y Martí (1995), quienes afirman que la categoría conocimiento y regulación metacognitiva se relacionan y complementan entre sí. Además, son un indicador de que las actividades planteadas enrutan al estudiante hacia el desarrollo de la autonomía en el aprendizaje, al ser él mismo quien asume el control del mismo.

Al interior de la categoría conciencia metacognitiva, la subcategoría progreso personal eleva su frecuencia en la intervención 2 y 3 a valores de 9,7 y 9,4%, por lo tanto, los estudiantes pueden establecer con más claridad cuál ha sido su alcance del objetivo de una tarea. Pueden indicar el grado de dominio adquirido en el contexto trabajado sobre las leyes del estado gaseoso y también determinar su desempeño en la apropiación de habilidades metacognitivas.

La subcategoría propósito de la tarea, por su parte inicia con un 5% en la primera intervención, reduciéndose a un 1% en la intervención 3, por lo cual la categoría conciencia metacognitiva obtuvo la menor frecuencia. La razón de estos resultados puede estar sujeta al enfoque tomado para su análisis y al diseño del instrumento en las intervenciones 2 y 3 que incluían un menor número de preguntas orientadas a indagar por la subcategoría en mención.

En resumen, si bien en el análisis global la categoría conocimiento metacognitivo decrece en un 4,5%, la subcategoría conocimiento condicional se fortalece en un 2,4%. De igual manera sucede con la categoría conciencia metacognitiva, la cual se reduce en un 1,5% más al interior incrementa el progreso personal en un 4,5%. En cuanto a la categoría regulación, todas las subcategorías incrementan. Finalmente, cabe resaltar que más allá de estos valores, lo importante es comprender los cambios presentados en cada uno de los procesos metacognitivos durante la aplicación de las actividades de intervención de aula diseñadas con este propósito y establecer su relación en el aprendizaje de la química del estado gaseoso. Dicho análisis se presenta a continuación.

4.2 Análisis por categorías y subcategorías de la metacognición según nivel de desempeño.

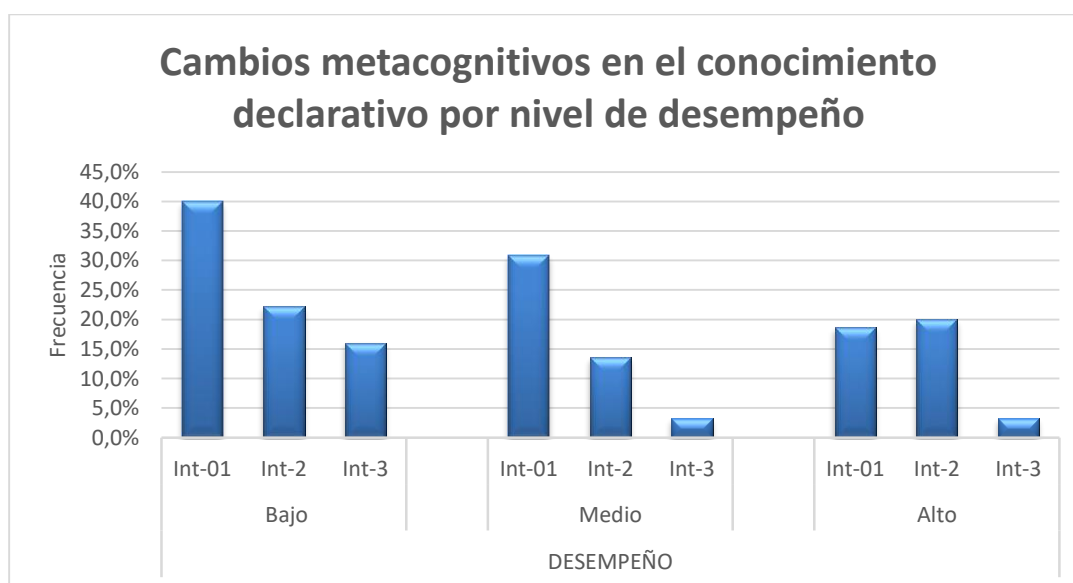
Después del análisis general se procede a presentar la caracterización de los estudiantes en los tres niveles de desempeño (bajo, medio y alto), para analizar los cambios manifestados en cada una de las subcategorías de la metacognición durante las tres intervenciones. En primer lugar, se presentan los resultados obtenidos a través de porcentajes que reflejan la frecuencia de las respuestas dadas por los estudiantes en cada uno de los instrumentos y las cuales son evidencia de la manifestación de los procesos metacognitivos llevados a cabo durante el aprendizaje de las leyes del estado gaseoso. En segundo lugar, se realiza un análisis cualitativo de las respuestas con el fin de comprender los cambios manifestados en la metacognición de los estudiantes durante la intervención. En tercer lugar, se elabora una conclusión por subcategoría.

4.2.1 Categoría Conocimiento Metacognitivo

El conocimiento metacognitivo corresponde a un saber que responde a tres interrogantes ¿Qué y cuánto se sabe? ¿Cómo se debe hacer? y ¿Qué hacer, cuándo y por qué? frente a una tarea determinada. De aquí se derivan las subcategorías: conocimiento declarativo, procedimental y condicional, las cuales se analizan en profundidad.

4.2.1.1 Conocimiento declarativo.

El conocimiento declarativo es entendido por Tamayo (2006) como el saber acerca del rendimiento propio como aprendices y los factores que inciden en éste. En un sentido más amplio según Flórez & Moreno (2009) es saber sobre las capacidades, habilidades, estrategias, procedimientos, dificultades y limitaciones para desarrollar una tarea. Ahora se procede a presentar el análisis desde cada uno de los desempeños analizados: bajo, medio y alto.



Gráfica 2. Cambios metacognitivos en el conocimiento declarativo por nivel de desempeño.

Según la gráfica 2, el conocimiento declarativo disminuye a lo largo de las intervenciones para los tres desempeños. El nivel bajo presenta una reducción del 24%, el nivel medio de 27.6% y el nivel alto de 15.3%. Sin embargo, el nivel bajo continúa presentando una mayor frecuencia frente a estudiantes de los otros dos niveles de desempeño. Como resultado, en la intervención 3, la diferencia es del 12,7% con respecto al nivel medio y el nivel alto. Esta variación se relaciona con el incremento de otras subcategorías como el conocimiento procedimental, el conocimiento condicional y la categoría regulación metacognitiva (gráfica 1.). Basados en el hecho de que los estudiantes al inicio del proceso emitieron respuestas que fueron clasificadas como de tipo declarativo ante cuestiones que indagaban por aspectos procedimentales, de monitoreo, planeación y regulación metacognitiva.

Conocimiento declarativo en estudiantes con desempeño bajo.

Los estudiantes de desempeño bajo manifiestan como factores que inciden de forma favorable o desfavorable en su aprendizaje, el grado de conocimientos previos que poseen y como causa de dificultad la omisión de información o la posibilidad de elaborar una representación mental de la situación propuesta.

	E1	E2	E3
Grado de conocimientos previos	3.12. En la clase de hoy me sentí muy bien ya que tengo unos conocimientos previos	2.24. Las dificultades son muy simples ya que todo es con base a un conocimiento base que posee uno a través del bachillerato	3.15. No, porque lo que explique en la pregunta anterior ya lo sabía y me lo había explicado y no fue en la materia de química

Identificación de dificultades	1.9. Me generó más dificultad la pregunta 1.7 ya que me parece algo muy difícil para mí llevar esto a la imaginación.	1.23. no pensé en el momento en el que el buzo iba ascendiendo	1.9. Lo anterior porque tocó especificar sobre algo que uno tiene muy poco conocimiento
--------------------------------	---	--	---

Cuadro 3. Conocimiento metacognitivo, estudiantes con desempeño bajo.

Es notorio cómo para los estudiantes de bajo desempeño hay una relación entre el grado de dificultad que representa una tarea con el grado de conocimiento previo que se posee de la misma. Saben que no tienen los elementos suficientes para resolver la tarea, sin embargo, no identifican cuáles son estos elementos, hay poca especificación en sus declaraciones en cuanto a lo que no saben o no entienden, lo que necesitan saber o lo que deberían hacer para superar esta dificultad.

Según Labatut (2004) una de las barreras más serias entre algunos alumnos para asimilar nuevos conocimientos no reside en su ignorancia sino en la falta de conciencia de la ignorancia.

Esta falta de conciencia también se hace evidente cuando lo dicho no corresponde con la actuación. Un ejemplo son las respuestas dadas por los estudiantes a la pregunta 1.32. ¿Qué harías si tu respuesta al problema no es la correcta?

E1. La verdad pues me pondría a corregirla

E2. Lo que yo haría es preguntar bien que fue mi error al resolverlo

E3. Entraría a escoger nuevos pasos para resolverlo con mayor cantidad de información para resolver el problema

Aunque durante la primera actividad de intervención los estudiantes manifiestan diferentes acciones que conducirían finalmente a corregir sus respuestas, al hacer revisión de los procedimientos no se halló evidencia de esta ejecución. Sin embargo, al ir avanzando en las intervenciones la concordancia entre el conocimiento declarativo y el procedimental mejoró, por lo cual sus respuestas pasaron a ser categorizadas como conocimiento condicional, subcategoría que se analiza más adelante.

Conocimiento declarativo en estudiantes con desempeño medio.

Como se puede ver en el cuadro 4. Los estudiantes con desempeño medio muestran mayor amplitud en las respuestas, son más específicos en cuanto a lo que saben sobre sí mismos, la tarea y sus dificultades. En la tarea identifican claramente la dificultad al explicar el porqué de la misma y hacen uso de terminología científica en sus aclaraciones al mencionar conceptos específicos que son objeto de aprendizaje en este caso las diferentes leyes de los gases.

En cuanto a lo personal hacen uso de expresiones como: seguridad, esfuerzo, estrés. Este tipo de autoconocimiento sobre el estado afectivo, sobre las emociones repercute en sus conocimientos, habilidades y características como aprendices (Bara, 2001). Por ejemplo, el estudiante (E)5 identifica como dificultad no entender las preguntas, esto conlleva una experiencia metacognitiva de tipo afectivo expresada como preocupación, presión, estrés y que finalmente induce a tomar una estrategia de solución consistente en solicitar explicación a un compañero.

	E4	E5	E6
Identificación de dificultades con razón	2.24. Hay unas preguntas que no me gustan mucho como por ejemplo la 2,16 debido a que uno no sabe si las respuestas están correctas porque no están calificadas uno solo se guía por lo que explican y uno entiende y uno concederá que lo que uno responde está correcto.	2.14. Me sentí preocupada y presionada al no entender bien las preguntas me sentí con estrés porque no contestaba rápido las preguntas. Me sentí un poco mejor ya que Erika me explico las preguntas.	1.24. Mi respuesta se acerca, pero no es del todo correcta ya que no leí bien lo que planteaba el problema, pero es errónea
Uso de términos científicos	3.40. La Ley de Dalton es la que más dificultad me da entender, ya que me falta aclarar una duda respecto a las presiones parciales, ya que estas son fundamentales para poder explicar esta ley	2.24. Reforcé y aprendí bien las leyes de Boyle, Charles, Dalton, la ley de los gases	2.30. creo que mi estrategia es muy cercana a la metodología que usan los científicos es decir al método científico
Características de la persona	1.24. En unas preguntas tuve dificultad ya que no tenía idea de cómo responder, pero hice mi mayor esfuerzo para tratar de acercarme lo más posible a la respuesta correcta,	1.11. Además, estoy segura de lo que sé.	1.24. Me siento bien expresando mi opinión y viendo que mis ideas son similares a las de muchos compañeros.

Cuadro 4. Conocimiento declarativo en estudiantes con desempeño medio

Conocimiento declarativo en estudiantes con desempeño alto.

A continuación, en el cuadro 5 se anexan las respuestas relacionadas con el conocimiento declarativo en los estudiantes de desempeño alto. Las respuestas seleccionadas al igual que con

los estudiantes de desempeño medio son más amplias y específicas en cuanto al conocimiento que tienen sobre sí mismos como aprendices, los factores que inciden en su desempeño y la elección de estrategias para abordar una tarea. De igual forma en el lenguaje utilizado hacen uso de conceptos propios de la química y de expresiones de tipo afectivo.

	E7	E8	E9
Identificación de dificultades con razón	1.24. viendo la respuesta con claridad, me doy cuenta de que he olvidado muchas cosas con respecto a años anteriores, por lo cual sentí debilidades en ese aspecto	1.9. La 1.8. porque es difícil retrocederme y saber que pensé para dar una respuesta	3.40. La ley combinada de los gases y la ley de Dalton y no las entendí porque era muy complejo prestar atención a algo que los demás no dejan.
Uso de terminología científica	1.33. Las 3, pues creo que, gracias a la ayuda de la ley de Dalton, pude tomar una referencia acerca del problema y de esa manera tenía una base en la cual trabajar y poner lo que se deduce del texto.	2.24. Esta sección del documento me pareció muy interesante porque entendí muy bien las relaciones entre temperatura, presión, volumen y energía cinética	
Conocimiento de la persona	1.13. Me sentí seguro porque defendí mis ideas y con mis respuestas otros entendieron a lo que me refería	2.28. Debí mantener concentrada cosa difícil para mí en un ambiente tan ruidoso como el salón de clase	1.18. Sí, porque uno debe estar seguro de lo que hace, si uno no piensa primero antes de escribir no se puede tener un pensamiento claro

Cuadro 5. Conocimiento declarativo en estudiantes con desempeño alto

Los estudiantes con desempeño alto aportan dos elementos nuevos: la atención y la concentración relacionados con su rendimiento como aprendices. Según Vargas (2002) las actitudes están estrechamente relacionadas con el compromiso cuando realizamos tareas, dentro

de éstas la atención voluntaria está bajo control consciente y es considerada un área de autorregulación en la metacognición. De allí que el estudiante (E8) exponga un esfuerzo de su concentración para contrarrestar la dificultad del ruido en el aula de clase.

También se explicitan estrategias como la selección y la planeación en las respuestas dadas a las siguientes preguntas:

P: 1.18. ¿Pensaste en alguna otra representación antes de decidirte por la que hiciste? ¿Por qué?

E7. “si uno no piensa primero antes de escribir no se puede tener un pensamiento claro”

P: 2.10. ¿Cuál pregunta te generó más dificultad y por qué?

E8. “La que más dificultad me generó es la 2.1 ya que estaba mezclando mis conceptos con lo que me preguntaban y también la lógica, y me di cuenta de que por muy lógica que me parezca una respuesta hay que buscar más opciones”

Bransford, Sherwood, Vye y Rieser (1996, citados en: Vargas, 2002) incluyen la capacidad de acceder a la información relevante y pertinente para resolver una tarea como una habilidad metacognitiva. Los estudiantes de desempeño alto declaran el manejo de esta habilidad en expresiones tales como:

P: 2.24. ¿Qué aprendiste?

E7. “aprendí a deducir información de los problemas de aplicación dados en esta sección”

P: 2.31. ¿Cómo y cuándo te das cuenta de que tus pensamientos sobre la forma de resolver el problema y su respuesta son correctos o incorrectos?

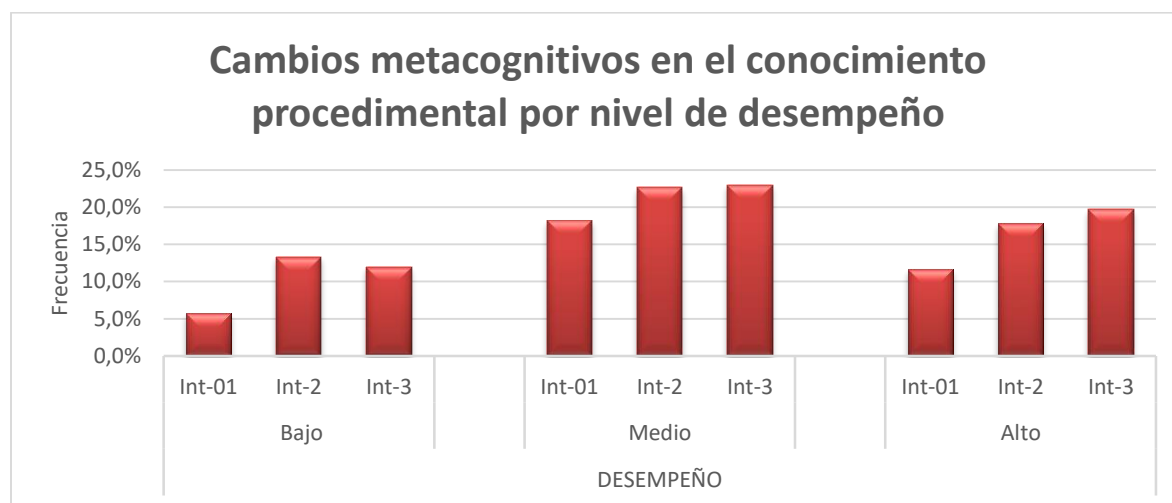
E9. “Cuando uno sabe los conceptos y los tiene muy claros puede darse cuenta de que los que escribió está bien porque si uno sabe que es porque sabe”

En conclusión, el conocimiento declarativo decrece porcentualmente con el avance de las intervenciones y con el aumento del nivel de desempeño en un 12,3%, debido a que se reduce en especial en los estudiantes de nivel bajo y medio el número de respuestas de tipo declarativo a preguntas del instrumento centradas en evidenciar y/o desarrollar otras subcategorías de la metacognición.

En cuanto a la expresión del conocimiento declarativo, los estudiantes de desempeño medio y alto son más específicos al identificar las capacidades, habilidades, estrategias, procedimientos, dificultades y/o limitaciones para desarrollar una actividad. En términos de la tarea estos son: la omisión de información, errores en la lectura, capacidad para entender la pregunta, carencia o dominio de conocimientos previos, viabilidad del uso de una estrategia, saber seleccionar información relevante y pertinente. En términos de la persona son: grado de motivación o frustración, seguridad en sí mismo, capacidad de concentración y dominio de la atención. Los dos últimos, como se mencionó anteriormente, dan razón del compromiso al realizar una tarea y se relacionan con la autorregulación cuando es el propio sujeto quien los controla.

4.2.1.2 Conocimiento Procedimental.

A continuación, en la gráfica 3, se exponen las frecuencias porcentuales relacionadas con la variación del conocimiento procedimental en los tres niveles de desempeño durante las actividades de intervención.



Gráfica 3. Cambios metacognitivos en el conocimiento procedimental por nivel de desempeño.

El conocimiento procedimental es un saber relacionado con el cómo se hace una determinada tarea e incluye información de las estrategias requeridas para llevarla a cabo tal como lo plantean Arbeláez y Vargas (2002) y Tamayo (2014). En este sentido, se puede analizar el conocimiento de las acciones que el estudiante utiliza para resolver una situación relacionada directamente con sus procesos cognitivos. En la gráfica 3, se observa el incremento de un 6,4 % de la subcategoría en los tres niveles de desempeño en la medida en que se avanza en las actividades de intervención. Lo anterior está en concordancia con lo dicho por Bara (2001), en cuanto a que la práctica reiterativa favorece la adquisición gradual de este conocimiento y su verbalización. Ello

implica una mejor capacidad por parte de los estudiantes en torno al cómo se realiza una tarea y en este sentido, saber clasificar y manipular la información y adquirir secuencias de acción (Allueva, 2002).

Conocimiento procedimental en estudiantes con desempeño bajo.

Al indagar a los estudiantes sobre los procesos llevados a cabo para resolver una tarea, en la primera intervención didáctica aparece la descripción de una estrategia con un solo paso como se puede verificar en las siguientes frases:

P: 1.21. ¿Cómo lo resolvió?

E1. Me imaginé al buzo dentro de agua con sus pulmones comprimidos. Porque cuando uno hace ese experimento lo que uno siente es eso que los pulmones se comprimen hasta el punto que mis pulmones se comprimen.

E2. Me imaginé al buzo dentro de agua con sus pulmones comprimidos porque adentro son abiertos (normales)

E3. Teniendo en cuenta el video, los conocimientos, y las ideas de los demás compañeros

Las estrategias elegidas no garantizan necesariamente la solución correcta de la actividad, por tanto, es necesaria una reflexión sobre la efectividad de la estrategia utilizada. Un ejemplo es la siguiente pregunta:

P: 1.23. A nivel individual, ¿la solución dada es correcta según lo establecido por Boyle?

E2. No, porque yo pensaba que los pulmones se comprimían y no pensé en el momento en el que el buzo iba ascendiendo.

Esto demuestra la importancia de fomentar en los estudiantes procesos de planeación, monitoreo y evaluación. Es decir, el conocimiento procedimental se potencia en la medida en que va ligado a la regulación metacognitiva. En este sentido Allueva (2002) afirma que la adquisición de conocimiento procedimental implica mejorar la capacidad del sujeto para clasificar y manipular la información.

Al ir avanzando en las actividades de intervención y al aplicar con mayor frecuencia estrategias metacognitivas de regulación, el conocimiento procedimental en los estudiantes de bajo desempeño muestra cambios donde ya no sólo se basan en lo que primero imaginan, sino que establecen una serie de pasos donde seleccionan la información relevante y hacen relaciones con leyes y teorías, además de incluir la discusión o el análisis para evaluar la consecución de la tarea. Tal como lo expresa Choppi (2013) ser capaz de elegir la estrategia apropiada y adaptarla al momento necesario forma parte importante de la definición de un buen aprendizaje.

Evidencia de los cambios logrados en el conocimiento procedimental de los estudiantes con desempeño bajo son las siguientes respuestas:

P: 2.21. ¿Cómo lo resolvió?

E2. Analizamos la información y luego la relacionamos teóricamente y respuesta. Nos guiamos con la ley de charles

P: 2.37. Trata de explicar con tus propias palabras los pasos y los procesos en orden secuencial para poder realizar el grafico de temperatura contra volumen

E3.1. Primero reconozco los valores de temperatura, volumen

2. Hacer los planos y colocar los datos

3. Empezar a graficar

4. Analizar la figura como queda

5. Dar una conclusión sobre esta

6. Discutir la respuesta dada. (Evaluación)

P: 3.32. Trata de explicar con tus propias palabras los pasos y los procesos en orden secuencial para poder realizar el grafico que confirme la hipótesis de Avogadro:

1. La primera que entre a mirar es que al comenzar a realizar el ejercicio se encontraban gases distintos

2. Lo segundo que entre a mirar es que con el Peso molecular logre sacar el numero para cada uno de los gases

3. Lo tercero que entre a resolver es que pasaba con cada gas cuando sostenía el Tare

4. Lo cuarto para confirmar la hipótesis seria que al dividir masas de gas sobre el peso molecular me darían las moles de cada gas lo que me dio a entender que las moles eran aproximadamente iguales.

El conocimiento procedimental para estos estudiantes incluye una estrategia estructurada según la complejidad de la tarea. Cuando se considera una tarea difícil la estrategia está determinada por varios pasos que incluyen la conciencia de la comprensión del enunciado para la selección de la información relevante. Autores como Elosúa (1993) y Burón (1997, citados por Angulo, 2002) consideran la metacomprensión como la conciencia y control del proceso de

comprensión que permite discernir cuándo se ha comprendido o no y en esa medida corregir la actuación. En este caso, la lectura comprensiva del enunciado incide en la selección de los pasos a seguir para resolver una tarea y al tener problemas en este aspecto se presentan deficiencias en los procesos de aprendizaje (Allueva, 2002).

Otros pasos son organizar la información, establecer relaciones, anticipar los resultados. Estas acciones se vinculan a su vez con la regulación metacognitiva determinada por procesos de planeación, monitoreo y evaluación y que serán analizadas más adelante.

Conocimiento procedimental en estudiantes con desempeño medio.

Evidencia del conocimiento procedimental en los estudiantes con desempeño medio son las respuestas aportadas a la siguiente solicitud:

Preguntas 1.28, 2.28 y 3.29. Sigue cada uno de los pasos por ti planteados y las operaciones contempladas en el camino o método que escogiste para resolver el problema, tratando de explicar por qué haces cada paso y las dificultades que se te presentan al realizar cada paso

E5. (Metacomprensión, selección, anticipación)

Yo analizo las situaciones para poder comprender el problema.

1. Paso. Si no se comprende la información no va a entender el dato adecuado, pues de la información depende el resultado.

2. Paso. Se entre a revisar bien la situación para ver qué datos, favorece y que datos puede perjudicar el proceso de entrar a resolver.

3. Paso. Ver la situación y dar varias opciones para así llegar a una conclusión más adecuada.

4. Paso. Organizo bien la idea de la solución para así tener una mejor visión del problema, para dar una conclusión adecuada.

5. Paso. Yo miro las posibilidades que me den en la situación para hallar la presión y así saber si el buzo se perjudica.

E4. (Selección de información, relación)

1* pensé en que el volumen depende de la temperatura

2* la temperatura en el eje x y volumen en el y

3* poner la temperatura en grados °K

4* demostrar que t y v son directamente proporcionales

E6. (Selección de información, relación)

1. Leer y detallar la ley de Avogadro

2. Determinar la masa del gas bajo las condiciones

3. Apuntar el peso molecular de cada elemento

4. Buscar el papel de la ley de Avogadro en el ejercicio

5. Establecer una fórmula para encontrar las moles

6. Encontrar la relación y realizar el grafico.

Como se mencionó anteriormente cuando la tarea se considera de baja dificultad el procedimiento se reduce a un único paso. Se demuestra así cómo se modifica la estrategia según la tarea. A continuación, se anexan las frases sostienen la afirmación anterior:

P: 1.21 y P: 2.21. ¿Cómo lo resolvió?

E6. Es una simple deducción. Utilizando los factores dichos anteriormente los relacioné entre sí y formé mi hipótesis

E4. Lo que sucederá es que volumen aumenta debido a que hay mayor temperatura entonces las partículas ocupan mayor espacio

Conocimiento procedimental en estudiantes con desempeño alto.

Desde las primeras intervenciones los estudiantes de desempeño alto muestran mayor grado de conciencia en cuanto al conocimiento de cómo se debe realizar una tarea, explicitando los pasos llevados a cabo para resolverla. Sus actuaciones abarcan estrategias para la comprensión del enunciado, la selección de información, relación de variables, elección de estrategias y el monitoreo de las mismas. Según Pozo (1996, citado en Gil, 2001) Los estudiantes expertos disponen de conocimientos más organizados y fuertemente jerarquizados, lo que les permite prestar más atención a los aspectos más relevantes del problema, planificar y regular su conducta.

Lo antes mencionado se ilustra en las siguientes respuestas a las preguntas 1.27, 2.27, 2.37, 3.29: Explica con tus propias palabras los pasos y los procesos en orden secuencial que pensaste para resolver el problema:

E7. Metacomprensión, selección de información, relación de variables, justificación de la elección y resultados.

P: 1.27

- 1. Leer el enunciado despacio y muy bien para poder detallar las partes importantes.*
- 2. Sacar la información más importante del problema para poder resolver el interrogante.*
- 3. Solucionar el problema con los datos que tengo.*

P: 2.27.

- 1. Leer el problema detenidamente, interpretándolo y asociándolo a mis conocimientos previos*
- 2. Separar las características claves del problema y datos importantes*
- 3. Crear relaciones entre las leyes de los gases y los datos del problema*
- 4. Elegir la relación más acertada y explicar porque es la elección correcta (monitoreo)*
- 5. Crear conclusiones que argumenten mi respuesta (Evaluación).*

P: 3.29

- 1. Leer el documento y sacar la fórmula que utilizaba los datos que tenía.*

E8. Elección de estrategias, relación de variables, monitoreo

P: 1.27.

Primero observe los datos que me daban y busque una forma que a mí me pareciera correcta, en este caso tomé la ley de Dalton.

P:2.27.

Reorganice mis pensamientos haciendo varias relaciones como v y pre , pre y t , t y vol . y la que me parecía más verdadera fue temperatura y vol (Monitoreo).

P: 3.29.

1. *Leer el problema*
2. *Observe que información me servía más*
3. *Relacione dicha información*
4. *Observe la pregunta y que me preguntaban*
5. *Establecí un proceso de respuesta*
6. *y logre por medio de una formula la respuesta.*



<p>Monitoreo Se revisa de nuevo la información</p>
--

Al analizar el conocimiento procedimental se comprueba la interacción permanente entre el conocimiento y la regulación metacognitiva, ya que como lo expresa Flórez (2009) no se puede hablar de una categoría sin hacer referencia a la otra.

En el conocimiento procedimental también se deben analizar las estrategias elegidas por los alumnos cuando se presentan dificultades al resolver la tarea o cuando sus respuestas no son correctas. En los tres niveles de desempeño se hallan diferencias en este aspecto según la fuente por medio de la cual identifican el error.

Los estudiantes con bajo desempeño para darse cuenta si sus respuestas son correctas usan como estrategia principal preguntar al profesor (evaluación externa), y en segundo orden preguntar a los compañeros, mientras que los estudiantes de nivel medio coinciden en usar como estrategia debatir o comparar sus respuestas con otros y los estudiantes de desempeño alto tienen

como estrategia inicial revisar los procedimientos llevados a cabo (evaluación interna) y posteriormente la discusión grupal.

De igual forma al avanzar en las intervenciones se halló que los estudiantes de nivel bajo y medio pasan de depender de una valoración externa a una valoración interna. En torno a este aspecto Martí (1995) plantea que las situaciones de interacción que exigen al niño que explique, prediga, verbalice, o indique aspectos de la tarea a la otra persona (interlocutor) favorecen que progresivamente sea el propio estudiante quien manifieste actividades de corrección, cuestionamiento, de búsqueda de la información pertinente, de anticipación etc. y contribuyen a mejorar la autorregulación. Es decir, pasa de una regulación externa vista en este caso desde la subcategoría “evaluación” a una regulación interna. A continuación, en el cuadro 5 se exponen los cambios en las estrategias para evaluar el resultado de una tarea.

	Desempeño bajo	Desempeño medio	Desempeño alto
Intervención 01 1.31 ¿Cómo y cuándo te das cuenta que tus pensamientos sobre la forma de resolver el problema y su respuesta son correctos o incorrectos?	E2. Me doy cuenta que esta correcta o no porque le pregunto a la profesora o compañeros que saben bien del tema	E4. Me doy cuenta cuando debato mis respuestas con las de algún compañero y así concluimos qué respuesta está más acorde con la pregunta y cuál se acerca a la respuesta verdadera	E7. Cuando lo comparo con una ley, proceso o explicación que me brinde información relacionada con este problema, por ejemplo, un submarino, sufre algo parecido a lo que le pasa al buzo
Intervención 2 2.20_2.31. ¿Cómo llegas a saber que las respuestas que has escrito son correctas?	E1. Si uno ensaya y conoce los conceptos llega a saber que la respuesta es correcta y coherente.	E5. Por lo que he aprendido de la ley de Dalton, de Boyle y de Charles y como se relaciona temperatura, volumen, energía cinética, presión	E8. Revisando mi pensamiento al finalizar el problema, comparando con los otros pensamientos de mis compañeros y discutiendo nuestros puntos de vista.
Intervención 3 3.8. ¿Cómo compruebas que lo	E3. Por lo escrito en diferentes textos que no han dado y en los	E6. Puedo saber que mi respuesta es correcta cuando tiene	E9. Relacionando los temas vistos en los documentos

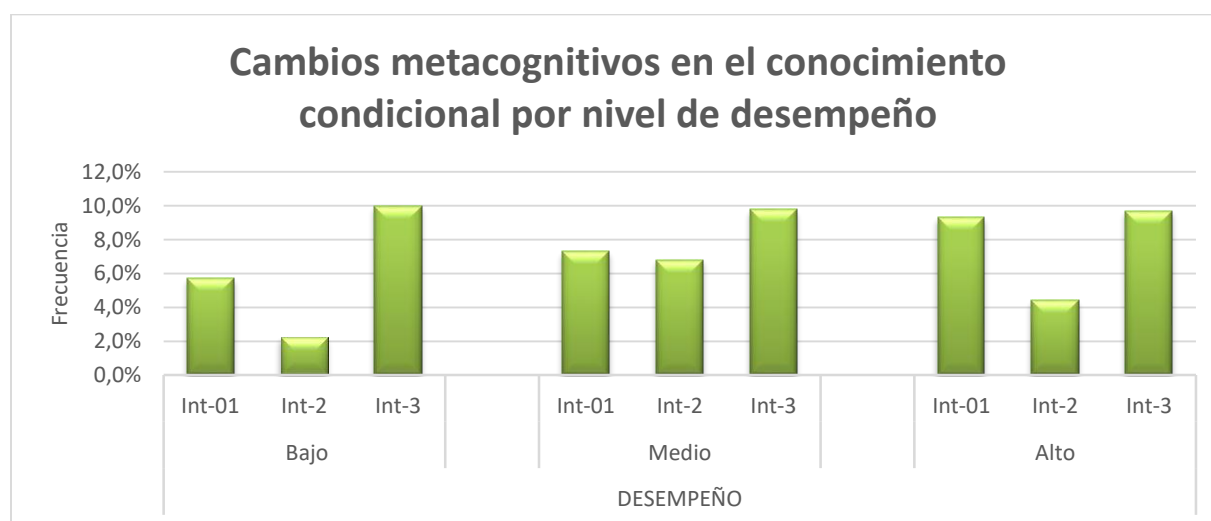
que has escrito es cierto?	pasados textos me han quedado correctas las respuestas.	coherencia con los problemas y datos aportados de igual modo me puedo dar cuenta que mi respuesta es incorrecta cuando al volver a leerla las cosas no concuerdan puedo comprobar con la mayoría del grupo	anteriores con las leyes de los gases y temas que yo ya sabía.
-------------------------------	---	--	--

Cuadro 6. Cambios en las estrategias desde los tres niveles

En conclusión, las respuestas que evidencian el conocimiento procedimental para los tres desempeños indican un incremento del 11,8% al 18,2 %. Se resalta el mejoramiento de los estudiantes de desempeño bajo, derivado del aprendizaje y desarrollo de procesos de regulación metacognitiva durante el transcurso de la intervención. Dentro del conocimiento metacognitivo descrito por los estudiantes para llevar a cabo una determinada tarea se halla la selección y organización de la información, el conocimiento y control del proceso de comprensión (metacompreensión) de la información, el establecimiento de relaciones entre los datos y de los datos con los conocimientos previos, la anticipación de resultados y en especial la inclusión de acciones de monitoreo y evaluación. Estas últimas constatan la apropiación de procesos metacognitivos que permiten tener control durante la ejecución de la tarea, la identificación de errores y posibilitan la modificación de los procedimientos para el alcance de la meta y por ende mejorar su nivel de desempeño en el dominio específico.

4.2.1.3 Conocimiento Condicional.

El conocimiento condicional corresponde a la tercera subcategoría del Conocimiento metacognitivo. A continuación, en la gráfica 4 se muestra la variación en la frecuencia del conocimiento condicional durante las actividades de intervención.



Gráfica 4. Cambios metacognitivos en el conocimiento condicional por nivel de desempeño

El conocimiento condicional es un conocimiento de orden superior, mediante el cual al resolver una tarea se puede ser consciente de qué estrategias utilizar, cuándo y porqué. Siguiendo a Tamayo (2010) el conocimiento condicional es producto de la interacción entre el conocimiento declarativo y el conocimiento procedimental. El dominio de este conocimiento les confiere a las personas mejores condiciones para evaluar y resolver una situación específica de aprendizaje por lo cual se considera de gran importancia en el aprendizaje de las ciencias (Flórez, 2009).

De forma general, en la gráfica 4 se reconoce el aumento en la frecuencia del conocimiento condicional. En la primera intervención el promedio para los tres desempeños es de 7.4%, en la segunda intervención de 4,5% y en la tercera intervención es de 9,8%.

Una posible explicación para la reducción que presenta el conocimiento condicional durante la intervención 2 es el hecho de que ante preguntas sobre el conocimiento que poseen frente a una tarea y cuáles estrategias utilizar y por qué, algunos estudiantes fueron directamente al proceso, debido al condicionamiento tradicional desarrollado en las aulas de clase, en el cual no se fomenta la reflexión y mucho menos la verbalización sobre los propios pensamientos ante una situación problema antes de pasar directamente a su resolución.

La modificación de dicha visión se ve favorecida mediante actividades de discusión grupal y evaluación mediadas por el maestro al finalizar cada sesión de trabajo, de tal manera que para la tercer actividad de intervención se alcanza una mayor frecuencia en el conocimiento condicional en los tres niveles de desempeño, en especial el nivel bajo con un incremento de 5,3% con respecto a la intervención 2.

En contraste los estudiantes con nivel de desempeño alto presentan poca variación entre la intervención 1 y 3, pasando de un 9.3 % a un 9.7%. Aunque la frecuencia de su conocimiento condicional es menor para la intervención 3 con respecto a los otros desempeños, en sus respuestas son mucho más específicos al indicar las estrategias utilizadas para resolver una tarea y por qué, además de tener un mayor dominio en el uso de terminología científica. Lo anterior concuerda con lo planteado por Gil (2001), al establecer que los expertos poseen una mayor cantidad de conocimiento tanto declarativo como procedimental sobre el área específica y por la forma en como lo aplican.

Conocimiento condicional en estudiantes con desempeño bajo.

La evidencia del conocimiento condicional en los estudiantes con desempeño bajo corresponde a tres aspectos específicos. El primero de ellos es la conciencia en la elección y aplicación de estrategias de monitoreo y evaluación como acciones efectivas para determinar el alcance en el logro de la tarea. La apropiación de tales estrategias se logró al ir avanzando en las actividades de intervención y se pueden observar en expresiones como:

P: 3.33.

E2. Porque fui al plano que hice y empecé a escribir paso a paso lo que iba pasando creo yo que tuve en cuenta todos los elementos necesarios.

P: 1.31.

E3. Cuando empiezo a resolver cada uno de los pasos y veo que no me dan los suficientes datos.

P: 2.24

Lo visto en clase me parece muy chévere ya que uno se da cuenta que no sabe tanto de lo que se parece y que es bueno caer en el error para darse cuenta de las cosas y llegar a una respuesta verdadera. También es bueno porque aprende uno a trabajar en grupo a discutir una pregunta sin alterarse ya que esto sirve para que cada uno entre en conciencia de lo que está respondiendo.

El segundo aspecto se relaciona con estrategias de asociación o refuerzo de los contenidos con experimentos, gráficos o videos, los cuales desde la experiencia de los estudiantes favorecen el aprendizaje de las leyes del estado gaseoso:

P: 1.24. E1

E1. Me gusta mucha el experimento de la jeringa con el dulce ya que me mostró cómo era actuaban supuestamente los pulmones.

P: 2.41. E1

Lo que me pareció más fácil fue la pregunta 2.34 ya que con la explicación del grafico aprendí y lo interprete de manera más rápida y lo pude explicar de manera muchísimo más coherente

P: 3.41. E1

Mi plan para superar las dificultades y los procesos de aprendizaje de los gases seria que se hiciesen experimentos que uno pueda establecer el porqué de los gases lo que sucedería para mi concepto esto sería un excelente plan pues para mi ayuda más la ayuda audiovisual que algo plasmado en un papel simplemente pues este sería mi plan.

P: 1.24. E2

Me gustó el experimento del masmelo con la jeringa, verdad que aprendí que era lo que pasaba con los pulmones.

P: 2.29. E2.

Mediante un gráfico me di cuenta el cambio de temperatura volumen y espacio.

Finalmente, el tercer aspecto concierne a estrategias relacionadas con la conservación de la atención:

P: 3.39. E2.

Yo entendí mejor la ley de Boyle que dice que presión y volumen son inversamente proporcionales, si la temperatura es constante, porque fue uno de los primeros temas que vimos y al que más atención puse.

P: 2.24. E 3.

Para estar en la respuesta verdadera tiene que colocar cuidado a las explicaciones en el aula de clase a la maestra.

Conocimiento condicional en estudiantes con desempeño medio y alto.

Las evidencias del conocimiento condicional en ambos desempeños convergen en la elección y aplicación de las mismas estrategias de forma consciente. Al igual que los estudiantes de desempeño bajo se hallan presentes acciones relacionadas con el monitoreo y la evaluación, en contraste los estudiantes de desempeño medio y alto son más explícitos sobre lo que consiste cada acción y el efecto de la misma. En este sentido estudiantes con mejor nivel presentan mayor conocimiento condicional.

A continuación, se relacionan las respuestas aportadas por los estudiantes de desempeño medio y alto que sustentan el conocimiento condicional que atañen al monitoreo y la evaluación. Incluyen el enunciado de la estrategia y una explicación centrada en un procedimiento que orienta su elección:

P: 3.33. E4.

Hice un buen planteamiento y pude analizar las posibles deducciones que me servirán para dar solución a los interrogantes y finalmente pude llegar a la solución del problema y poder tener claridad en los conceptos planteados

P: 3.38. E5.

Yo pienso que al principio fue un poco difícil aprenderme las fórmulas, no entendía nada, pero ya que me propuse a aprenderme las fórmulas ya todo me parece menos complejo.

P: 1.31. E7.

Cuando lo comparo con una ley, proceso o explicación que me brinde información relacionada con este problema, por ejemplo, un submarino, sufre algo parecido a lo que le pasa al buzo.

P: 3.9. E9.

Antes que nada, volví a leer la respuesta 3.4 para saber la información que debería relacionar, luego de esto imagine posibles relaciones y como comprobaría si eran verdaderas, después de escribirlas y volverlas a leer me di cuenta que necesitarían una explicación extra, entonces borre y las volví a escribir con la indicada explicación.

P: 3.7. E6.

No pensé en ninguna otra representación antes de decidirme por la que hice ya que es muy similar a los temas que tratamos anteriormente para mí este en este tema se recopilan los temas vistos anteriormente y se trata de relacionar todo esto, creo que es fácil.

P: 3.7. E9.

Me decidí por esta forma de expresar la situación porque es la que más me explica el volumen del gas, la presión que ejerce y la temperatura en cual se presenta esta presión, pero como la presión externa afecta la estructura del bunker no a lo que hay en el interior, la presión externa es constante (3.7).

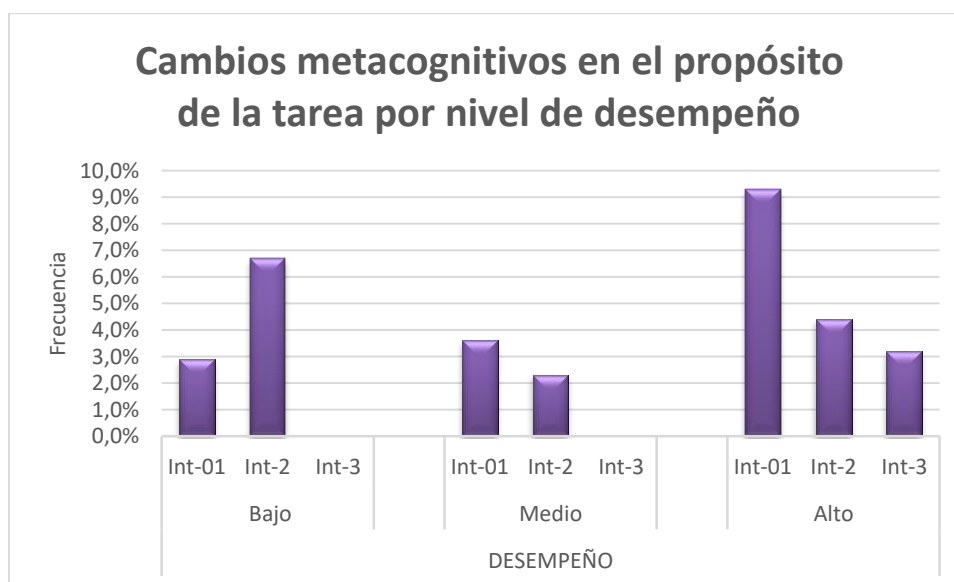
Al analizar la evolución del conocimiento condicional en los tres desempeños, es concluyente la evidencia de mejoramiento en esta subcategoría correspondiente a un incremento del 6% entre la primera y la tercera intervención. En este sentido, en cuanto al estudio y solución de problemas relacionados con las leyes del estado gaseoso, los estudiantes identifican como factores que favorecen su aprendizaje la experimentación, el uso de asociaciones o analogías, el uso de gráficos, el control de la atención y la realización de acciones de planeación, monitoreo y evaluación de los procesos. Luego se observa como al avanzar en el trabajo de aula se da una mayor articulación entre estas declaraciones y los procedimientos propuestos, ya que los estudiantes hacen elección y aplicación consciente de estos elementos en algunas de las tareas solicitadas, dicha articulación es lo que se entiende como conocimiento condicional.

4.2.2 Conciencia Metacognitiva

Según Hartman (1998 citado en: Tamayo, 2010) la conciencia metacognitiva es un saber interno relacionado con el conocimiento que tienen los estudiantes sobre los propósitos de las actividades que desarrollan y de la conciencia que tienen sobre su progreso personal.

4.2.2.1 Propósito de la tarea.

Las oraciones nucleares para el análisis de esta subcategoría están referidas a la identificación y valoración por parte de los estudiantes de estrategias metacognitivas y de la propia actividad de intervención cuya apropiación permite fortalecer su proceso de aprendizaje. La frecuencia de las respuestas correspondientes a la evolución de la conciencia metacognitiva referida al propósito de la tarea se presenta en la gráfica 5.



Gráfica 5. Cambios metacognitivos en el propósito de la tarea por nivel de desempeño

La subcategoría propósito de la tarea, presenta reducción de 3.6% y 6.1% al avanzar en las actividades de intervención para los desempeños medio y alto respectivamente. En los estudiantes con desempeño bajo no hay consistencia. Como se mencionó en el análisis cuantitativo general, los instrumentos o actividades de intervención 2 y 3 presentaron menos cuestiones que indagaran por esta subcategoría, mientras que en la intervención 1 además de las

preguntas diseñadas con este fin, algunas otras preguntas favorecieron el que los estudiantes en sus respuestas dieran cuenta del propósito de la tarea, como por ejemplo la pregunta 1.24.

Desde el aspecto metacognitivo, los estudiantes reconocen como uno de los objetivos de las actividades de intervención, la adquisición y desarrollo de habilidades metacognitivas y pueden dar cuenta de las dificultades y avances en ese proceso, como se verá en el análisis cualitativo descrito para cada nivel de desempeño.

Desde el aspecto de la tarea cognitiva, se puede considerar que hubo mejoramiento en la capacidad para reconocer el propósito de la tarea cognitiva planteada, ya que, como lo menciona Ocampo (2016) al analizar la dimensión Resolución de Problemas, en el mismo grupo de estudiantes y usando el mismo instrumento, se hizo evidente un avance hacia niveles altos de resolución de problemas, al identificar y relacionar las variables de forma correcta en los problemas planteados.

Propósito de la tarea en estudiantes con desempeño bajo.

Los estudiantes de desempeño bajo manifiestan como objetivo central de las actividades de intervención la reflexión, unida a la argumentación y la conciencia de la tarea que se realiza. Lo cual es de suma importancia, ya que, en la medida en que son capaces de expresar cómo piensan cada vez de forma más concreta producto de una continua interrogación metacognitiva, los estudiantes pueden establecer un hábito de autorregulación del proceso de aprendizaje (Klimeko & Álvarez, 2009). Lo anterior se puede evidenciar en las siguientes frases:

P: 1.24. E1.

Sugiero que estos talleres se sigan haciendo más seguido ya que nos ayuda a pensar, argumentar, hacer una buena hipótesis.

P: 2.24. E1.

Me enseñaron a reflexionar, a argumentar y además a utilizar todos los renglones que me daban. Tanto así que me faltaban para expresarnos de manera muchísimo más concreta.

Propósito de la tarea en estudiantes con desempeño medio.

Los estudiantes con desempeño medio expresan el beneficio que tiene para su aprendizaje la aplicación de metodologías en el aula centradas en la metacognición, como se puede ver a continuación:

P: 1.24. E6.

He aprendido a expresarme y he comprendido nuevas ideas sobre física y química...Hay que reconocer que de este modo se aprende mucho y nos podríamos acostumbrar.

Me gusto el método nuevo que está siguiendo la profesora pues comprendí mucho más fácil la unidad y estoy aprendiendo más que en otra ocasión incluso ya me gusta la materia.

Propósito de la tarea en estudiantes con desempeño alto.

En cuanto a los estudiantes con desempeño alto, ellos consideran como propósito general la identificación de errores, lo anterior hace referencia al monitoreo como subcategoría de la regulación metacognitiva. Dentro de este proceso piensan que la discusión grupal es una estrategia efectiva para lograrlo y determinar el grado de conocimiento construido. En palabras de Gómez (2007) la resolución de problemas es una actividad que se plantea para su realización en pequeños grupos, para estimular la co-regulación de las dificultades entre los mismos alumnos y alumnas. Incluso los buenos estudiantes valoran como muy útiles las sesiones de trabajo en grupo, ya que consideran que el hecho de tener que explicar a compañeros que no entienden favorece su propio aprendizaje. Tal como se sustenta en las siguientes frases:

P: 1.13. E8.

Tuve la oportunidad de expresar mis ideas, y darme cuenta al compartir con mis compañeras cuales de estas ideas estaban bien o mal.

P: 2.24. E9.

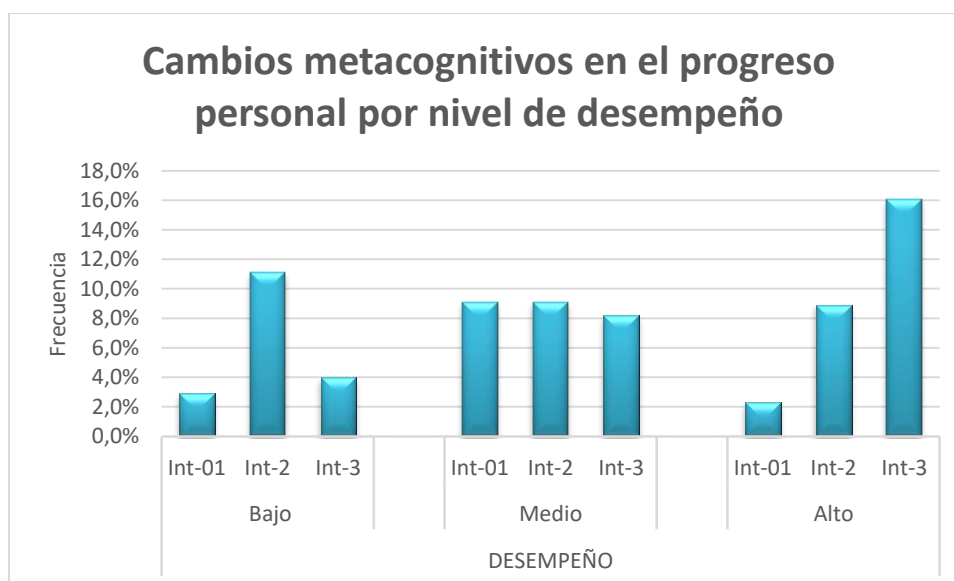
Fue muy bueno compartir información con mis compañeros porque, aunque comprendí el tema me di cuenta de cosas que ellos si habían notado.

En conclusión, la subcategoría propósito de la tarea no partió del análisis de las oraciones nucleares que hacían referencia al saber cognitivo del objetivo de la actividad a realizar en torno a las leyes del estado gaseoso, por estar directamente relacionadas con el análisis de la dimensión Solución de Problemas, sino, al saber relacionado con el desarrollo del conocimiento metacognitivo logrado a lo largo de las actividades de intervención. Desde este enfoque, los

estudiantes reconocen como propósito el desarrollo de habilidades metacognitivas para favorecer el aprendizaje de la química. De forma directa, hacen mención a la reflexión, la metacomprensión y la identificación de errores, relacionadas con el conocimiento y la regulación metacognitiva.

4.2.2. Progreso personal.

En cuanto a la conciencia sobre el progreso alcanzado al realizar una tarea, las respuestas de los estudiantes dan cuenta de su reflexión frente al desarrollo de habilidades metacognitivas y la comprensión de conceptos y leyes en el aprendizaje de la química del estado gaseoso. En la gráfica 6, se representan las frecuencias relacionadas con la manifestación del progreso personal de los estudiantes durante las actividades de intervención.



Gráfica 6. Cambios metacognitivos en el progreso personal por nivel de desempeño

La gráfica 6, revela un incremento del 4,6% en la subcategoría al avanzar en las intervenciones de aula. En consecuencia, identifican y valoran sus avances a nivel del conocimiento y la regulación metacognitiva, así como en la comprensión de conceptos y las leyes del estado gaseoso.

Al iniciar las actividades de intervención los estudiantes de los tres desempeños manifestaron dificultades para aprender debido a la metodología utilizada, centrada en el desarrollo de habilidades metacognitivas. Ejemplo de esto son las frases dadas a continuación:

P: 1.24.

E1. Me disgustó tantas preguntas y en algunas partes donde yo me veía encerrado.

E6. “No me gusta este método de aprender, pues acostumbro a la clase teórica dictada por el profesor... Es impresionante tener que llenar y especificar en numerosas ocasiones todas mis ideas.

E8. Me sentí muy presionada porque nunca me preguntan de qué forma pensé.

Las siguientes respuestas, sin embargo, reflejan cómo al avanzar en el trabajo de aula, los estudiantes reconocen los beneficios de la intervención didáctica centrada en la metacognición, logrando expresar cuál ha sido su progreso en el aprendizaje de las leyes de los gases, en su capacidad para ser conscientes de sus propios procesos de pensamiento y su facultad para exteriorizarlos.

P: 3.38. E3.

Aprendí que cada cosa hay que darle un espacio secuencial para darle solución.

P: 2.14. E4.

Hoy en clase me sentí cómodo y con mayor confianza para responder las preguntas que están planteadas ya que tengo más claro los conceptos de temperatura, volumen, presión, por lo cual se me facilita responder las preguntas más claramente.

P: 2.24. E6.

E6. Me gustó el método nuevo que está siguiendo la profesora pues comprendí mucho más fácil la unidad y estoy aprendiendo más que en otra ocasión incluso ya me gusta la materia cosa que nunca había sentido, estoy feliz ya que esto re fortaleció mis conocimientos en física y me ha sido de gran ayuda. Sugiero que la clase siga con esta dinámica ya que me parece que entre el grupo tiene buena aceptación.

P: 2.14.

E7. Me sentí bien porque entendí el tema, y corregí los errores que tenía; llegué a conclusiones muy buenas y no fue tan difícil resolver algunos problemas.

E8. Yo me sentí muy bien porque entendí muy bien el concepto de energía cinética y los compañeros me preguntaban o pedían ayuda, al responderles comprendía más el tema y llegaba a conclusiones que no conocía.

P: 2.24. E8.

Me di cuenta que sustentar lo que uno piensa e imagina, es mucho más fácil si tenemos los conceptos claros.

Para concluir, el progreso personal de los estudiantes se evidencia en una menor dificultad para resolver actividades relacionadas con la reflexión metacognitiva propuestas durante las actividades de intervención. A saber, su capacidad para verbalizar su propio pensamiento, para

reconocer sus debilidades y fortalezas (conocimiento declarativo), identificar, corregir errores y seleccionar estrategias para resolver un problema (monitoreo, evaluación y conocimiento procedimental), así mismo como reconocer la importancia de elaborar planeaciones y la discusión grupal para favorecer su desempeño en el aprendizaje de la química. En este sentido, el potenciar en la enseñanza el reconocimiento y uso consciente de las estrategias metacognitivas desarrolladas por cada estudiante redunda en la autorregulación del aprendizaje (Moliné, 2007).

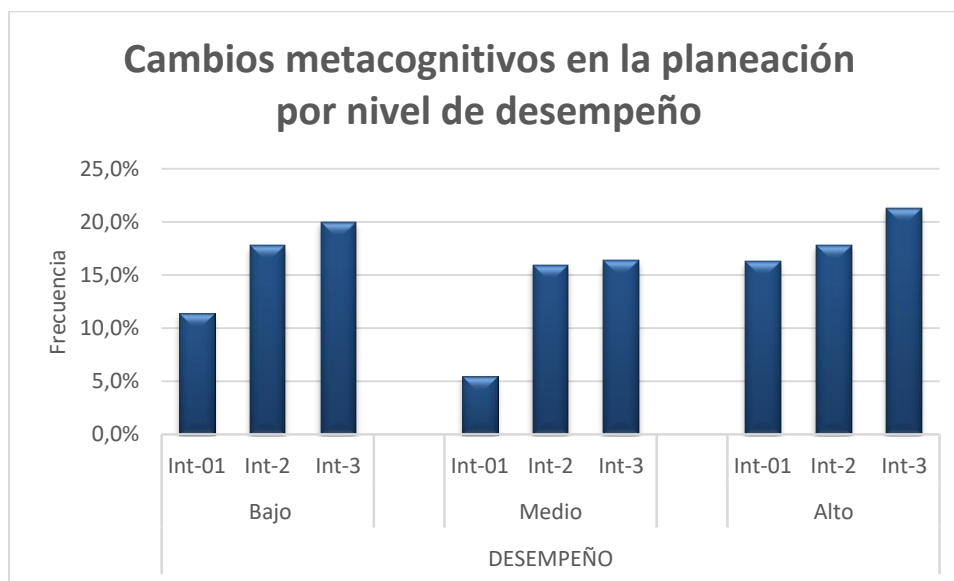
4.2.3 Regulación Metacognitiva

Se refiere al conjunto de actividades que ayudan al estudiante a controlar su aprendizaje, se relaciona con las decisiones del aprendiz antes, durante y después de realizar cierta tarea de aprendizaje. Flórez (2009) enuncia como procesos de la regulación la planificación, el monitoreo y la evaluación. Según Sanmartí y Jorba (1999, citado por Lucio, 2001) los mecanismos de regulación permiten que estudiantes y maestros corrijan sus propios errores tomando en consideración, no sólo el grado de desviación sino las posibles causas que los han provocado. La regulación está orientada a ajustar y controlar los procesos cognitivos (Martínez, 2004).

A continuación, se describe la variación cuantitativa de cada una de las subcategorías de la regulación metacognitiva seguidas del análisis de contenido de las respuestas aportadas por los estudiantes durante las actividades de intervención.

4.2.3.1 Planeación.

La gráfica 7, revela la variación en los procesos de planeación metacognitiva de los estudiantes durante las actividades de intervención de aula.



Gráfica 7. Cambios metacognitivos en la planeación por nivel de desempeño

La planeación corresponde a la selección adecuada de estrategias y recursos antes de resolver una tarea. Durante las actividades de intervención se realizan preguntas que inducen al estudiante a proponer deliberadamente una serie de pasos que serán la base para resolver una tarea, en esa medida logran reconocer la importancia de este proceso para anticipar resultados y reducir el número de ejecuciones carentes de conciencia y reflexión que conducen habitualmente al error.

La frecuencia de los procesos de planeación según la gráfica 7, aumenta en un 7.6% entre la primera y la tercera intervención. Para los tres desempeños el incremento es gradual, siendo más notorio para los estudiantes con desempeño bajo y medio, quienes presentan un aumento del

6,6% y 10.9% respectivamente, mientras que los estudiantes con desempeño alto, muestran desde la primera actividad un mayor dominio en los procesos de planeación, por lo cual la variación es menor con un valor de 5,0%

A continuación, se enuncia uno de los problemas propuestos durante la primera actividad de intervención, con el fin de analizar las características de los planes elaborados por los estudiantes y su respectiva ejecución según el nivel de desempeño.

El gas oxígeno es esencial para vivir, de manera que es difícil creer que un exceso de oxígeno podría ser nocivo. No obstante, está bien demostrada la toxicidad del exceso de oxígeno. Por ejemplo, los bebés recién nacidos colocados en cámaras de oxígeno a menudo desarrollan un daño permanente en el tejido de la retina, que puede ocasionar ceguera parcial o total. Nuestros cuerpos funcionan mejor cuando el gas oxígeno tiene una presión parcial de unas 0.20 atm, semejante a la que tiene en el aire que respiramos.

Cuando un buzo se sumerge, la composición del aire que respira debe cambiarse para mantener esta presión parcial. ¿Cuál debe ser el contenido de oxígeno (en porcentaje en volumen) cuando la presión total ejercida sobre el buzo es de 4,0 atm? (a temperatura y presión constantes, el volumen de un gas es directamente proporcional al número de moles de los gases) (Raymond, p.179).

Planeación en estudiantes con bajo desempeño.

La subcategoría planeación en los estudiantes de desempeño bajo encierra la elección de pasos que se expresan de forma general, son ambiguos y cuya ejecución no conduce a un resultado correcto. Por ejemplo, se identifica como acción inicial la lectura del enunciado para seleccionar la información relevante, sin embargo, no hay coherencia con la ejecución, al faltar

claridad en torno a la identificación de las variables que intervienen, la selección de las fórmulas que las relacionan y el objetivo de la tarea. Parece en ocasiones la simple repetición del plan sin reflexión. A continuación, se anexa el plan y la ejecución del estudiante E3:

Plan

- *Se leerá el texto detenidamente y a partir de la comprensión lectora. Se sacará lo más importante para plantear un problema.*
- *Se planteará un problema y desde el punto que tenga conocimiento se tratará de resolver*
- *Dar la respuesta contundente al superar todos estos obstáculos, para llegar a una verdad absoluta*

Ejecución

- *El gas oxígeno es excesivo para las personas esto puede causar ceguera de por vida si son colocados en cámaras de oxígeno recién nacidos.*
- *Nuestro cuerpo funciona mejor cuando el gas oxígeno tiene una presión de 0,20 atm semejante al aire que respiramos diariamente.*
- *Esto va hacer que saque una respuesta a esto*

12m --> 4 atm

X -->0,20 atm

- *Me faltan pasos para resolver el problema, propongo dar unos nuevos pasos para resolver el problema.*

El estudiante sólo identifica una condición en el problema: *la presión parcial del oxígeno debe mantenerse en 0.20 atm para evitar daños en la visión.*

Propone un procedimiento matemático donde relaciona la presión y una profundidad, omitiendo la pregunta del problema: hallar el contenido de oxígeno en %V/V en relación con la presión parcial que debe mantener.

Al leer el último paso se podría suponer una acción de monitoreo debida a una evaluación del proceso, porque reconoce que no puede resolver el problema y aunque expone requerir de más pasos no lleva esto a la práctica constituyéndose en una afirmación netamente declarativa.

Planeación en estudiantes con desempeño medio.

El plan y la ejecución propuesto por el estudiante E6 con nivel de desempeño medio se relaciona a continuación:

Plan:

- *Leer y comprender todos los datos e información encontradas en la situación.*
- *Separar los datos necesarios e indispensables para resolver el problema*
- *Vincular todos los datos, es decir encontrar una relación entre ellos.*
- *Revisar teorías y leyes relacionadas con cada uno de los temas que se tratan en el problema.*
- *Realizar cálculos si es necesario para obtener el % de oxígeno comprimido, etc.*

Ejecución:

- *El gas oxígeno es indispensable para vivir, pero en exceso puede causar la muerte.*
- *Nuestro cuerpo funciona mejor cuando el gas oxígeno tiene una presión parcial de unas 0.20 atm.*
- *Pregunta contenido del oxígeno para el buzo.*
- *La presión total es de 0.4 atm sobre el buzo.*
- *Nos aporta la presión necesaria en oxígeno y la presión total sobre el buzo y dadas las fórmulas $PT = P1 + P2 + P3 \dots P4$ y $P1 = X1PT$.*
- *No puedo solucionar el problema con tan pocos datos*

En los estudiantes de desempeño medio el paso concerniente a identificar la información relevante para resolver el problema (datos, incógnita) demuestra dominio de este procedimiento. La segunda estrategia consistente en identificar la ley o fórmula que relaciona las variables también es efectiva. En este caso elige la ley de Dalton y la fórmula que incluye la presión parcial y la presión total. Hace también una anticipación (monitoreo) y deduce que no puede resolver el problema porque tiene pocos datos. Concluye que no puede usar otra estrategia porque *“hice lo que pide según los datos que encontré en el texto en el que se planteaba el problema y no pude aplicar las fórmulas, entonces en estas condiciones es casi imposible llegar a una respuesta concreta”*. De aquí se entiende que el estudiante está seguro de la efectividad de sus estrategias y considera la causa del error en el enunciado del problema. Pero, la razón real es la omisión de la condición planteada al final del problema y con la cual podía relacionar la fracción molar con la concentración en volumen del oxígeno en el aire.

Planeación en estudiantes con desempeño alto.

Los estudiantes de desempeño alto durante la primera intervención tampoco logran llegar a un resultado positivo, proponen pasos similares al desempeño medio y la elección de los datos necesarios para resolver la tarea se lleva a cabo sin omisión. Tienen una mejor comprensión del enunciado. Pero sólo uno de los estudiantes de la muestra identifica la ley con la cual puede resolver el problema. El siguiente es un ejemplo del plan y su ejecución por parte del estudiante E9:

Plan:

- *Leer el enunciado despacio y muy bien para poder detallar las partes importantes.*
- *Sacar la información más importante del problema para poder resolver el interrogante.*
- *Solucionar el problema con los datos que tengo.*

Ejecución:

- *El oxígeno tiene una presión parcial de 20 atm.*
- *La composición del aire debe cambiar para mantener la presión parcial.*
- *X contenido de oxígeno*
- *4.0 atm de presión*
- *$V = n$ gases.*

En la intervención número tres se logra evidenciar los cambios en los procesos de planeación y ejecución en especial de los estudiantes con desempeño bajo quienes son los que presentaban mayor dificultad en este aspecto. En referencia a la siguiente situación.

Un globo de helio se infla hasta tener un volumen de 2 litros, el helio es un gas muy ligero así que poco a poco se va escapando por las paredes del globo, unos días después el volumen del

globo es de 0.5 litros y según análisis había 0.025 moles de helio, ¿Cuántas moles de helio había en el globo recién inflado?, suponga que la presión y la temperatura al momento de hacer las mediciones eran las mismas?

Aunque ante la pregunta sobre si es necesario un plan (P: 3.23), la estudiante E2 con desempeño bajo, responde “*No, porque debo saber por ejemplo hacer una regla de 3 y esos conocimientos, solo son básicos*”. Sin embargo, en su explicación se identifica su capacidad para elegir la estrategia adecuada para resolver la tarea, lo cual es evidencia implícita de un proceso de planeación. En contraste, el estudiante E7 con desempeño alto responde” *Claro que sí, primero hay que tener claro que pide el problema también hay que tener en cuenta que formula se va a utilizar para encontrar las moles de helio en el globo*”, siendo notoria la diferencia de pensamiento con respecto a la estudiante E2 frente a la planeación y la forma como se expresa. El estudiante con desempeño alto es enfático en la importancia de la realización de una planeación previa, en cuya respuesta resalta los pasos que lleva a cabo para la comprensión del enunciado y que condicionan la estrategia a utilizar.

A continuación, se exponen ambas planeaciones, obtenidas al realizar la pregunta directa sobre los pasos y procesos secuenciales llevados a cabo para resolver el problema (P:3.29). En ellas se puede ver la cercanía de ambas propuestas, sin embargo, sigue siendo mucho más específica la del estudiante con desempeño alto.

E2

- *Leí el problema*
- *Observe la información*
- *Relacioné la información*

- *Y logre resolver el problema*

E7

1. *Leer el documento y sacar la fórmula que utilizaba los datos que tenía.*
2. *Tomar los datos que me daban del problema*
3. *Reemplazar los datos del problema en la fórmula*
4. *Despejar ni para encontrar las moles iniciales*

Durante la ejecución del plan, se reconoce el avance de la estudiante E2, en cuanto al segundo paso propuesto, ya que, a partir de éste logra anticipar el resultado. Aunque ambos estudiantes llegan a la solución correcta, en la ejecución del estudiante E7, hay mejor uso de la representación de los problemas según la simbología establecida en química.

E2

“la información relevante es su volumen inicial (2lt) y su volumen final (0,5) ya que con eso nos damos cuenta que disminuye 4 veces con relación”

$$\begin{array}{l} 0,5 \text{ lt} \longrightarrow 0,025 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol hel} \\ 2 \text{ lt} \longrightarrow x \end{array}$$

E7

Empleando la fórmula podemos decir que las moles de helio iniciales eran de = 0,1 mol

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \rightarrow \frac{2 \text{ l}}{n_1} = \frac{0,5 \text{ l}}{0,025 \text{ mol}} = \frac{2 \times (0,025 \text{ mol})}{0,5 \text{ l}} = n_1 \rightarrow 0,1 \text{ mol} = n_1$$

Ilustración 3. Ejemplos

La importancia de la planeación en los tres desempeños como proceso que favorece resolver tareas de aprendizaje:

P: 3.23.

E8. Me parece que, si es necesario la planeación previa, porque si se sigue un procedimiento es más fácil encontrar cuál es la información que realmente es necesaria y otros datos que ayuden a la solución.

E9 “Si, porque es muy difícil solucionar algún problema sin saber algo sobre el tema”.

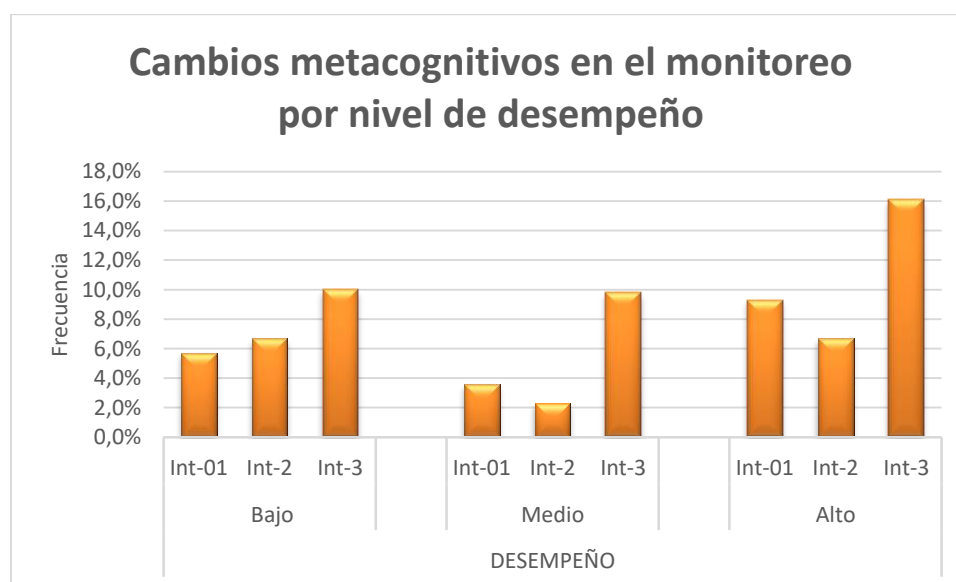
E4. “Claro que sí, primero hay que tener claro que pide el problema también hay que tener en cuenta que formula se va a utilizar”.

En general, se puede concluir que los estudiantes de los tres desempeños ejecutan procesos de planeación los cuales se hacen cada vez más específicos y claros en cada uno de los pasos.

Además, se demuestra que durante actividades de resolución de problemas propuestas para el aula, es importante incluir la pregunta directa sobre la planeación, para favorecer su apropiación y uso por parte de los estudiantes, en especial para aquellos cuyo desempeño es bajo, puesto que, como lo aclara Labatut (2003), utilizar procesos de planeación durante el aprendizaje podría aumentar las probabilidades de éxito, si antes de disponerse a buscar la solución, se tomara tiempo para identificar y seleccionar cuidadosamente los detalles de importancia escondidos en el problema.

4.2.3.2 Monitoreo.

Ligado a la planeación se halla el monitoreo, entendido como el control o el seguimiento de cada paso o estrategia seleccionada y en su carácter flexible favorece la modificación de las estrategias que no benefician el alcance de la meta. Es una de las subcategorías fuente de la metacognición. En palabras de Choppi (2013) implica la vigilancia permanente sobre lo que se está tratando de lograr, seguir la pista de las estrategias que se usan y del éxito alcanzado con ellas. La gráfica 8, muestra los resultados relacionados con el monitoreo durante la intervención de aula.



Gráfica 8. Cambios metacognitivos en el monitoreo por nivel de desempeño

Para constatar y a su vez activar procesos de monitoreo, en el instrumento se formularon preguntas relacionadas con el seguimiento a los planes propuestos por los estudiantes para resolver una tarea relacionada con las leyes que rigen el estado gaseoso. A su vez, promovían la

capacidad de identificar la efectividad de cada uno de los pasos seguidos o las dificultades que se presentan, determinando la necesidad de elegir otra estrategia.

Durante la primera actividad de intervención la frecuencia de acciones de monitoreo presenta un promedio de 5,8% para los tres desempeños, derivado de un bajo número de respuestas concordantes con acciones de seguimiento o control aun cuando la pregunta se orientaba en ese sentido. Es decir, inicialmente los estudiantes desempeño bajo y medio no lograron en su mayoría hacer una evaluación consciente de la efectividad de los pasos llevados a cabo, del alcance de la meta, de las dificultades y errores.

Con los procesos de discusión al interior de pequeños grupos y en plenaria general con la mediación del maestro sobre las planeaciones y los procedimientos, realizando análisis del paso a paso y la conveniencia o no de determinada estrategia, los estudiantes revelan un progreso en su capacidad de monitoreo reflejada una frecuencia del 12,0% durante la intervención final. Así, se reconoce nuevamente la regulación como un proceso gradual que requiere de su enseñanza en el aula de clase y que potencia la formación de auténticos sujetos de aprendizaje (San Martí et al, 1995).

Monitoreo en estudiantes con desempeño bajo.

Durante la primera intervención los hallazgos de respuestas que indicaron monitoreo ya sea mediante la identificación de errores, reconocimiento del fracaso en el alcance del objetivo o modificación de la estrategia es escasa. Se parte de planes poco estructurados como se mencionó anteriormente y durante la ejecución no hay manifestación de cambios.

Por ejemplo, sólo el estudiante E3 durante uno de los seguimientos a la actividad reconoce que *“Me faltan pasos para resolver el problema”*, es decir, se percata de no estar alcanzando el objetivo y esto conduce a plantear un cambio *“propongo dar unos nuevos pasos para resolver el problema”* pero finalmente no los escribe ni los ejecuta.

En contraste E1 y E2, el primer paso de su plan consiste en leer la información del problema identificando la dificultad, la cual consiste en no entender la situación, esto conduce a modificar la estrategia y optar por la que desde su experiencia le es más efectiva, en este caso preguntar a un compañero. Con ello logra dar respuesta al problema, pero como se mencionó antes el resultado no fue positivo. Sin embargo, sus expresiones son evidencia de cómo el monitoreo permite hacer ajustes durante la ejecución. A continuación, se anexa la cita del estudiante E1

P:1. 28.

“Lo que hice fue leer bien el texto para entenderlo, pero no lo entendí, lo que hice fue buscar a la persona que entendía y me explicaron y no entendí, pero una compañera se me acercó y me explicó bien y entendí”

Luego con la segunda y tercera actividad de intervención las expresiones relacionadas con el monitoreo son más frecuentes y están relacionadas principalmente con la valoración del plan elegido y el logro de la tarea. A continuación, se dan algunos ejemplos:

P: 3.33.

E1. Yo considero que estos pasos me permitirán resolver el ejercicio porque si yo no hubiese seguido los pasos adecuados según Avogadro entonces no se hubiese resuelto la hipótesis.

P: 3.34. E2.

No cambiaría ningún paso “porque creo que todo está bien y no me hace falta nada”.

P: 3.33. E2.

“porque fui al plano que hice y empecé a escribir paso a paso lo que iba pasando, creo que yo tuve en cuenta todos los elementos.

P: 3.35. E2. Aclara

“sólo creo que les falta orden y argumentación, pero están buenas”.

En ambos casos los estudiantes saben que su plan es efectivo porque al seguirlo logran la meta.

Monitoreo en estudiantes con desempeño medio y alto.

En cuanto al monitoreo en los estudiantes de desempeño medio y alto, la diferencia con respecto al desempeño bajo radica en la frecuencia con la que se hacen evidentes acciones relacionadas con la elección consciente de estrategias para resolver una tarea y la identificación temprana del error. En el caso concreto de los estudiantes con desempeño alto hay mayor detalle en cuanto a las razones para elegir una estrategia o la forma como se ejecutó un paso en especial.

Frases que evidencian anticipación referida a que los pasos propuestos garantizan la consecución de la meta:

P: 3.34.

E4. *“Desde mi punto de vista no propondría nuevos pasos ya que con los pasos que tengo puedo llegar y dar solución al interrogante”.*

E8. *“Yo desde mi punto de conocimiento no veo la necesidad de ningún otro paso para realizar la gráfica porque al volver a observar cada uno de los pasos queda fácil realizar la gráfica porque poseo todos los elementos necesarios”.*

Frases que sustentan la identificación del error o dificultad y su superación:

P: 1.13.

E6. *“Me sentí bien, pues ya me he acostumbrado a estos formularios y estoy más seguro de mis respuestas, ya que en el primer bloque de trabajo cambié mis respuestas en numerosas ocasiones por estar inseguro”.*

P: 1.28.

E7. *“Este paso es muy importante y pienso que debió ser el primero, pues aquí me informé de qué pasa, cómo pasa y qué se debe hacer” (P: 1.28).*

Frases de apoyo para referenciar la elección de estrategias, las cuales incluyen el factor tiempo:

P: 2.26.

E6. *“Pensé en someter dos frutas de la misma especie y masas similares a diferentes temperaturas para observar lo que pasa con su respiración, pero el tiempo de entrega no me permitió espera para determinar y probar la relación”.*

P: 2.29.

E8. *“Pensé en entrar a resolver cada relación que veía positiva para así estar más segura, pero por motivos de tiempo y conciencia no lo hice por lo tanto escogí en que más me parecía”.*

Citas que sustentan la modificación de estrategias durante la supervisión:

P: 3.7.

E5. *“Pensé en hacer la energía cinética, más juntas debajo de la tierra y en la superficie ponerla más separadas, pero me decidí hacer igual energía cinética arriba y abajo pero abajo más velocidad por la temperatura que hay allí”.*

P: 3.35.

E8. *“No eliminaría ningún paso. Solo los ordenaría y aplicaría de una forma más entendible ya que al preguntarle a otras personas no entendieron lo que yo escribí, pero yo sí”.*

Debido al modelo de pregunta abierta usado en los instrumentos, otras acciones de monitoreo incluso más específicas se hallaron en respuestas relacionadas con cuestiones enfocadas al conocimiento metacognitivo, la conciencia y las subcategorías complementarias de la regulación. Las siguientes frases constituyen un ejemplo donde se reconoce la aplicación de una acción ante la identificación de una dificultad o la elección de una estrategia o relación.

P: 1.24. E4.

En unas preguntas tuve dificultad ya que no tenía idea de cómo responder, pero hice mi mayor esfuerzo para tratar de acercarme lo más posible a la respuesta correcta.

P:2.27. E8.

Reorganice mis pensamientos haciendo varias relaciones como v y pre, pre y t, t y vol. y la que me parecía más verdadera fue temperatura y vol.

En conclusión, la subcategoría monitoreo, puede ser considerada un proceso transversal a toda la actividad metacognitiva. Al potenciarla en el aula, el estudiante se ve abocado a una reflexión permanente sobre el propio pensamiento, la cual conduce a un mayor conocimiento de sí mismo como persona, como aprendiz, al control de recursos cognitivos y la administración de los mismos.

Su acción influye el conocimiento declarativo en cuanto a las dificultades y fortalezas que se poseen en términos de la tarea (conocimientos previos, uso de conceptos, selección de información) y la persona (atención, esfuerzo, tiempo), la elección de estrategias, la anticipación del logro, el planteamiento de pasos y procedimientos y su correspondiente evaluación. En la investigación, al finalizar las actividades de intervención, como consecuencia de los procesos de monitoreo los cambios en los pasos planteados para resolver una situación eran menos recurrentes y las respuestas cada vez más acertadas, lo cual lo confirmaban por la revisión directa de sus planeaciones o la discusión grupal de las mismas.

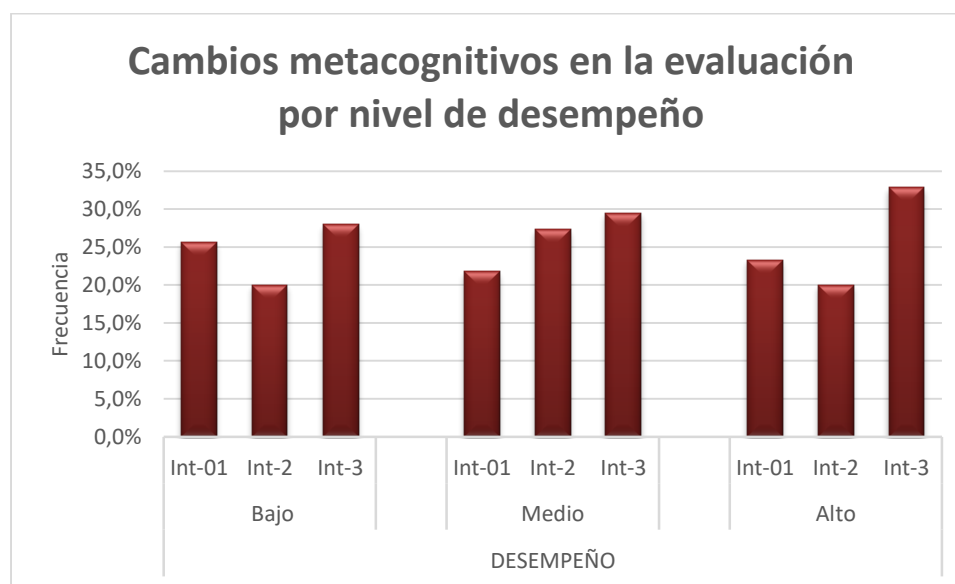
4.2.3.3 Evaluación.

Finalmente, la evaluación comprende la valoración tanto de los procesos y resultados de la ejecución como la toma de decisiones al respecto, entre las que puede incluir la elaboración de

un nuevo plan, es la valoración de lo realizado y lo que ha quedado por mejorar o realizar.

(Tamayo, 2010).

A continuación, en la gráfica 9 se muestra la variación de los procesos de evaluación de los estudiantes durante las actividades de intervención.



Gráfica 9. Cambios metacognitivos en la evaluación por nivel de desempeño

Según la gráfica 9, la subcategoría evaluación presenta valores más altos en la intervención 3 con un promedio general de 30,1%, en tanto que en la intervención 1 es de 23,6%. La razón de su alta frecuencia desde el inicio de las actividades es que, así como el monitoreo, la evaluación presenta una relación estrecha con ésta y las demás subcategorías de la metacognición. Cuando el estudiante elige una estrategia sobre otra hace una valoración, cuando analiza el propósito de la tarea y su progreso en la ejecución requiere una autoevaluación, cuando revisa el paso a paso de una planeación identificando errores que conducen a modificaciones realiza una evaluación,

cuando compara los productos de una actividad con otros compañeros, también hace uso de la evaluación. Por esto, Sanmartí (2007) referenciado por Tamayo (2010) considera la evaluación como el motor de la construcción de conocimiento y de suma importancia en la enseñanza de las ciencias.

Para una buena evaluación se debe contar con un referente, se debe realizar mediante la relación entre la meta y el alcance de la misma (Jorba y Sanmartí, 1996 citado en Flórez, 2009). Es así como durante las intervenciones el referente se establece desde la selección de la información relevante para resolver el problema porque allí se identifica cuál es el objeto de la tarea y las condiciones que lo rodean. Posteriormente en las discusiones grupales de cada uno de los planes para comparar estrategias y la eficacia de las mismas, los estudiantes pueden valorar sus resultados, dificultades, fortalezas y la idoneidad de los pasos propuestos para resolver la tarea, así como establecer lo que se debe mejorar. También se puede llevar al estudiante a contrastar sus resultados con la teoría, la experimentación o la autoevaluación de cada estrategia a través de procesos de monitoreo.

A continuación, se referencian citas de los estudiantes en torno al proceso de evaluación. En el caso particular de los estudiantes con desempeño alto como se ha mencionado con las otras subcategorías, ellos tienen mayor habilidad para expresar claramente cómo piensan en contraste con los estudiantes de desempeño bajo quienes en un principio son menos precisos al dar razones de cada proceso.

Frases que sustentan la evaluación del resultado:

P: 1.23. ¿La solución que ustedes dieron al problema ya sea de forma individual o grupal es correcta con respecto a lo establecido por Boyle? Justifiquen su respuesta. A nivel individual:

E3. “No corresponde a la respuesta que di anteriormente porque lo que dice Boyle es cierto y no tiene relación con lo que yo dije”

E4. “Pues no es lo mismo que dijo Boyle ya que yo no sabía que la presión y el volumen en un gas son inversamente proporcionales, pero si tuve alguna idea ya que yo dije que tenía partículas”

E7.” Estuve cerca porque cuando el buzo estaba abajo, sus pulmones están comprimidos debido a la presión del agua más la presión atmosférica, pero me faltó que al salir sus pulmones se expandirán porque no hay la misma presión”

En estas respuestas se revela la diferencia en el lenguaje utilizado por los estudiantes según su nivel de desempeño durante la evaluación en la intervención 1. Los expertos hacen uso de conceptos científicos y son más claros para indicar, en este caso particular, lo correcto de su solución basándose en diferencias y similitudes específicas, en contraste, los estudiantes de desempeño bajo saben que su solución no es correcta pero no dan razones definidas.

Las citas referidas a continuación, son evidencia de cómo los estudiantes de desempeño bajo para la tercera intervención realizan evaluaciones más elaboradas al indagarles por un proceso de planeación, a su vez las respuestas de los estudiantes de desempeño medio y bajo continúan presentando más detalle.

P: 3.35. ¿Cuáles pasos eliminarías?

E2. Ninguno, porque sólo creo que le falta orden y argumentación, pero están buenas.

E4. No eliminaría ninguno de los pasos que planteé, y que con ellos pude solucionar el interrogante y éstos me ayudaron a manejar el concepto que está planteado.

E8. No eliminaría ningún paso. Sólo los ordenaría y aplicaría de una forma más entendible, ya que al preguntarle a otras personas no entendieron lo que yo escribí, pero yo sí.

En cuanto a la evaluación sobre el aprendizaje del estado gaseoso, nuevamente, al inicio de la primera actividad de intervención, los estudiantes de bajo desempeño desarrollan procesos de evaluación carentes de contraste con el objetivo de las actividades realizadas y las conclusiones elaboradas al final de cada sesión. Esto conduce a estimaciones erradas de su desempeño, y la carencia de soporte en sus explicaciones, caso contrario a lo observado con los estudiantes con desempeño medio y alto. Las siguientes frases relacionadas con el aprendizaje de la ley de Boyle y su relación con el buceo y vivir bajo el agua constatan el anterior análisis

P: 1.24. Este espacio es para que elabores una narración sobre lo vivido en clase, puedes incluir información sobre ¿qué aprendiste? ¿Qué dificultades y fortalezas tuviste? ¿qué te gustó o disgustó? Y sugerencias.

E3. Me gustó este ejercicio porque me enseñó que a menor presión mayor volumen de un objeto cualquiera.

E1. Aprendí que la presión aumenta cuando un cuerpo está saliendo.

En este caso ambos estudiantes no son conscientes de la coherencia de lo que han escrito, pese a que en las dos preguntas anteriores del instrumento ya habían evaluado la solución del problema en forma correcta y habían emitido conclusiones acertadas sobre la relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión de un gas a temperatura constante.

Una razón puede ser que presenta poco desarrollo de habilidades de planeación y monitoreo al resolver la pregunta que le permitan dar cuenta del error y por ende la evaluación de lo aprendido es errada. Tal como menciona Domeneq (2004), los novatos a diferencia de los expertos dedican menos tiempo a la planificación global e invierten más en la resolución del problema.

Apreciación que es confirmada por el estudiante E3, con la siguiente frase

Lo que no me gustó del ejercicio es tantas horas de dedicación a este ejercicio, por lo consiguiente me parece un exceso de horas para esto.

A continuación, se muestran las frases que sustentan mayor reflexión al realizar la evaluación del aprendizaje de la ley de Boyle en los estudiantes con desempeño medio y alto.

E4. Esto fue una buena experiencia para uno medirse que nivel de conocimiento tiene.

Uno aprende muchas cosas especialmente sobre la presión atmosférica, hidrostática, y que a mayor altura menor presión, y si es en el agua a mayor profundidad mayor presión hidrostática.

E7. Aprendí que a menor volumen más presión y viceversa, viendo la respuesta con claridad, me doy cuenta de que he olvidado muchas cosas con respecto a años anteriores, por lo cual sentí debilidades en ese aspecto...Me sentí fuerte en algunas conclusiones pues logré explicar y acercarme a la ley de Boyle con respecto a que a menor volumen más presión pues el buzo resistía 2 presiones, la presión del agua y la presión atmosférica.

Para la intervención 2. El estudiante E2, al evaluar su aprendizaje, logra hacer una evaluación más detallada, al incluir factores que incidieron sobre su desempeño, indicar los conceptos que sabe, aunque no explica su relación (Ley de Charles), pero es de resaltar que, en cuanto a la ley

de Boyle, aplicada a la situación del buceo, muestra un conocimiento acertado de la misma, por lo tanto, hubo corrección de este saber con respecto a la primera intervención. De igual manera, también se anexan las respuestas de los estudiantes de desempeño medio y alto, quienes, al avanzar en el desarrollo de sus habilidades metacognitivas, realizan procesos de evaluación más rigurosos y la evidencia que muestran de su saber con respecto a la ley de Charles es clara, detallada y acertada.

P: 2.24. Este espacio es para que elabores una narración sobre lo vivido en clase, puedes incluir información sobre ¿qué aprendiste? ¿Qué dificultades y fortalezas tuviste? ¿qué te gustó o disgustó? Y sugerencias.

E5. La clase estuvo interesante ya que aprendí el concepto que hay entre temperatura y el volumen debido a que son directamente proporcionales si la temperatura aumenta hay mayor energía cinética por que las partículas se mueven más rápido entonces el volumen aumenta en general entendí bien todo y no tuve dificultad porque entendí y tuve bien claro todo.

E8. Esta sección del documento me pareció muy interesante porque entendí muy bien las relaciones entre temperatura, presión, volumen y energía cinética. Me di cuenta que sustentar lo que uno piensa e imagina, es mucho más fácil si tenemos los conceptos claros. Fue muy bueno compartir información con mis compañeros porque, aunque comprendí el tema me di cuenta de cosas que ellos si habían notado.

Seguidamente se presentan frases de los estudiantes de los tres niveles de desempeño durante la última intervención didáctica y las cuales son evidencia del sucesivo desarrollo de su habilidad para evaluar su aprendizaje, en este caso, desde la capacidad para reconocer sus dificultades y la

razón de las mismas. Se destaca la respuesta del estudiante E8, quien no sólo da cuenta de su dificultad sino de los mecanismos que utiliza para superarla, aunque no da mucho detalle al respecto. Dicha acción, es uno de los objetivos importantes de la evaluación como proceso de regulación, ya que conduce a la selección de estrategias para mejorar el desempeño y con ello el fortalecimiento de la autonomía en el aprendizaje.

P: 3.40. ¿Cuál ley te dio más dificultad entender? ¿Por qué crees que te dio dificultad entenderla?

E1. “Yo creo que la ley que me dio muchísima más dificultad de entender fue la ley de Avogadro ya que la hipótesis a la que el llego y que quería que se hiciese en el cuadro me dio dificultad pues a la final no entendía que pasaba con esta relación no sabía si eran directamente proporcionales o inversas pues si no me explican bien no hubiese captado la idea”

E6. La ley que me dio más dificultad entender es la ley combinada de los gases porque la dificultad estuvo en poder encontrar las relaciones matemáticas con los ejemplos y entender estas mismas

E8. Yo pienso que todas las leyes tienen un nivel de dificultad en el cual, hay un momento que como es algo nuevo no se capta, pero después de un arduo estudio y muchas dudas resueltas, se logra entender en su gran mayoría todos los temas

Frases que soportan la evaluación en cuanto al aprendizaje centrado en el potenciamiento de habilidades metacognitivas. Entre ellas, la consciencia de la discusión grupal como herramienta para evaluar planes, procedimientos y soluciones de una tarea. La valoración positiva del error previa identificación del mismo, la cual se logra por acciones de monitoreo y de evaluación de

resultados que conducen a correcciones en el proceso. La evaluación de su capacidad para expresar cómo funciona su cognición y que incide en la conciencia de sus propios procesos de pensamiento. Adicional a lo anterior, en las afirmaciones se hallan respuestas que valoran positivamente las actividades de intervención diseñadas como instrumentos que favorecen el aprendizaje.

P: 2.24. Este espacio es para que elabores una narración sobre lo vivido en clase, puedes incluir información sobre ¿qué aprendiste? ¿qué dificultades y qué fortalezas tuviste? ¿qué te gustó o te disgustó? y sugerencias

E3. Lo visto en clase me parece muy chévere ya que uno se da cuenta que no sabe tanto de lo que se parece y que es bueno caer en el error para darse cuenta de las cosas y llegar a una respuesta verdadera también es bueno porque aprende uno a trabajar en grupo a discutir una pregunta sin alterarse ya que esto sirve para que cada uno entre en conciencia de lo que está respondiendo.

E6. Me gusto el método nuevo que está siguiendo la profesora pues comprendí mucho más fácil la unidad y estoy aprendiendo más que en otra ocasión incluso ya me gusta la materia cosa que nunca antes había sentido estoy feliz ya que esto re fortaleció mis conocimientos en física y me ha sido de gran ayuda me ha gustado que traiga más explicación que las actividades anteriores ya que se me dificulta mucho formular las hipótesis únicamente con sus conocimientos además de todo lo anterior esta vez no tuve ninguna dificultad y entendí todo fácilmente sugiero que la clase siga con esta dinámica ya que me parece que entre el grupo tiene buena aceptación

E8. La única dificultad que tuve fue describir el proceso o los procesos con que llevaba a cabo mis respuestas, porque, aunque acepto que fue más fácil, sigue siendo difícil la acción de reelaborar el pensamiento.

E9. aprendí que solo hay que dedicarle tiempo a las cosas para hacerlas bien

En torno a la evaluación, se puede concluir que si bien la subcategoría presenta una alta frecuencia desde el inicio de la investigación, los jóvenes con el transcurso de las actividades de intervención realizan evaluaciones más profundas que conducen a un mejor conocimiento de su propia cognición, de la identificación de dificultades, el reconocimiento de una solución incorrecta, la consciencia de su desempeño en el aprendizaje de la química y de los factores que intervinieron en el mismo y lo que es más importantes, el uso de la evaluación como herramienta para modificar procesos, para direccionar el monitoreo y con ello mejorar su autonomía en el aprendizaje.

5. Conclusiones

Los resultados de la presente investigación confirman que la metacognición como dimensión del pensamiento crítico requiere de una planificación deliberada por parte del maestro con el fin de que pueda ser desarrollada en el aula de clase. Es así como la aplicación de las tres actividades de intervención diseñadas y una acertada mediación del maestro durante cada una de las sesiones de trabajo, permitió la toma de conciencia de los estudiantes sobre su propia cognición, junto con la adquisición y dominio gradual de habilidades metacognitivas enmarcadas en el estudio de las leyes del estado gaseoso, afectando de forma favorable su desempeño y su motivación frente a la asignatura de química.

En términos específicos para el aprendizaje de la química, se deduce de las afirmaciones de los estudiantes durante su práctica reflexiva, la relevancia de potenciar los procesos de comprensión de las situaciones de aprendizaje (metacompreensión), la enseñanza explícita del modelado mental y/o formas de representar el problema, la vivencia o experiencia real (pequeños experimentos) de las tareas planteadas, el trabajo con situaciones de su contexto en las cuales sea aplicable el conocimiento que se va a construir y la generación de espacios de discusión grupal para valorar su progreso, los planes y estrategias utilizadas.

Con respecto a la descripción y comprensión de los procesos metacognitivos llevados a cabo por los estudiantes, ello se hizo posible en la medida en que los instrumentos diseñados para recolectar la información condujeron verdaderamente a hacer evidente aquello que de otra forma permanece invisible. En este sentido, podemos concluir que las actividades de intervención didáctica diseñadas para la presente investigación constituyen en sí mismas un gran aporte en el

campo de la enseñanza de la química, en primer lugar, porque su sistema de pregunta abierta, permitió la expresión escrita y verbal de los pensamientos del alumno de tal manera que el propio estudiante adquirió mayor consciencia de su propia cognición y el maestro contó con más elementos para comprender como piensa el estudiantes para en esa media direccionar la mediación.

En segundo lugar, al enmarcar las actividades en un entorno CTS se fomentó la toma de decisiones sobre aspectos sociales del mundo real haciendo uso del conocimiento científico, lo cual constituyó un aspecto motivante para los estudiantes que redundó en el incremento de su interés por aprender, un mayor gusto por el aprendizaje de la química y aumento de la consciencia sobre los aprendizajes alcanzados.

En tercer lugar, las cuestiones planteadas a lo largo de cada actividad promovieron procesos de conocimiento, conciencia y regulación metacognitiva, claves para desarrollar en los estudiantes el aprendizaje consciente, el autoconocimiento de los procesos de pensamiento y la autorregulación que derivaron en el mejoramiento de su desempeño académico y en una mayor fluidez para verbalizar los aspectos de su cognición que intervienen en la resolución de una tarea de aprendizaje, permitiendo esto, la transición de estudiantes pasivos a actores principales en la construcción de su propio conocimiento.

Finalmente, se demostró cómo los procesos de discusión grupal activaron la co-regulación entre los estudiantes. Lo anterior se sustenta en los resultados del análisis de cada subcategoría, donde a nivel cuantitativo hubo incremento en las frecuencias de la categoría regulación, la subcategoría conocimiento procedimental, conocimiento condicional y progreso personal. Y a nivel cualitativo los estudiantes presentaron progreso en su capacidad para identificar errores, realizar evaluaciones razonadas, hacer seguimiento consciente de procesos, planes y resultados,

modificar secuencias de acción, reelaborar respuestas, seleccionar estrategias y contrastar información.

En cuanto al estudio de los procesos metacognitivos de los estudiantes durante el aprendizaje de la química, se constata la presencia de las categorías descritas en el marco de referencia y que se ajustan a las propuestas por el doctor Oscar Eugenio Tamayo. Las cuales son, Conocimiento metacognitivo, Conciencia metacognitiva y Regulación metacognitiva. Las conclusiones derivadas del análisis de cada categoría y que lleva a la comprensión de los procesos metacognitivos durante las actividades de intervención se exponen a continuación.

Conclusión categoría Conocimiento metacognitivo

La evolución en la categoría conocimiento metacognitivo se ve sustentada en el incremento de las subcategorías conocimiento procedimental y del conocimiento condicional. Inicialmente, el saber sobre sí mismos y sobre la tarea aunque presentó una frecuencia alta, mostró poca relación con los procesos y planes, quedando como un saber estático y con escaso aprovechamiento, sin embargo, al fortalecer los procesos de regulación metacognitiva se potenció el desarrollo del conocimiento procedimental y condicional, manifestado en una mejor valoración de la situación de aprendizaje, consistente con la elección y aplicación consciente de las estrategias más adecuadas para su resolución. De ahí se ve el paso de los estudiantes hacia un saber dinámico que redundó en el mejoramiento de su aprendizaje de las leyes del estado gaseoso.

También se logró verificar el paso en tales estrategias de un control externo a un control interno, en tanto que ya no se considera en primer plano la ayuda del profesor, sino que son los mismos estudiantes quienes plantean como estrategia la auto-revisión de los planes o procesos

propuestos para determinar si se está alcanzando o no la tarea, si los pasos son los apropiados o se requiere modificarlos y si la solución es correcta o no. Desde esta perspectiva se corroboró la interdependencia entre el conocimiento y la regulación metacognitiva, ya que al reflexionar sobre cómo y cuándo usar determinada estrategia llevaron a cabo acciones de supervisión, evaluación y corrección de los planes.

Conclusión Conciencia Metacognitiva

Las frases aportadas por los estudiantes de los tres desempeños revelaron la relación existente entre las dos subcategorías que conforman la conciencia metacognitiva. Los estudiantes identificaron como propósito de las actividades de intervención la reflexión sobre su proceso de pensamiento, la evaluación de los procedimientos e identificación de errores, donde la discusión grupal fue de gran utilidad fortaleciendo procesos de monitoreo que tuvieron incidencia en la valoración del progreso personal en cuanto al aprendizaje de las leyes de los gases expresado en su confianza para resolver las diferentes tareas y el grado de dominio de los conceptos vistos.

Conclusión Categoría Regulación metacognitiva

Los procesos de planeación, monitoreo y evaluación tendieron a una mayor complejidad al avanzar en las actividades de intervención. Las respuestas de los estudiantes revelaron el paso de planes consistentes en un único paso a planes más elaborados que incluían estrategias de control, así también las evaluaciones adquirieron un carácter más reflexivo, derivando en un incremento significativo en la autorregulación de su aprendizaje, objetivo central en la enseñanza de las ciencias. Por otro lado, los estudiantes presentaron cambios en la distribución de la atención

durante la tarea, focalizando sus esfuerzos en los procesos previos a la resolución y no a la consecución inmediata del resultado. Es decir, dieron más importancia a la anticipación de resultados, la elección de estrategias y procedimientos efectivos para el alcance del objetivo y a la revisión continua del proceso. Es así como resultó fortalecida su destreza para resolver problemas relacionados con las leyes de los gases y por ende un mejoramiento en el nivel de comprensión de los conceptos y a las leyes del estado gaseoso.

6. Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones surgen tras el análisis de los resultados de la investigación, la evaluación del maestro que aplicó las actividades de intervención y de las sugerencias de los estudiantes participantes. Tienen como finalidad facilitar la implementación de las actividades de aula y mejorar los resultados.

En cuanto a la aplicación de las actividades de intervención, es aconsejable hacer una introducción que contextualice al estudiante sobre la metacognición como conocimiento, además realizar pequeños ejercicios con los cuales el maestro ponga en evidencia su conocimiento y uso de habilidades metacognitivas a través de la práctica del pensamiento en voz alta, para una mejor comprensión. Además, realizar un acercamiento gradual a las preguntas que indagan por las diferentes subcategorías de la metacognición con el propósito de que se habitúen a esta forma de interrogación. De lo anterior queda claro que para enseñar la metacognición el maestro debe también tener dominio de esta dimensión para poder acompañar al estudiante en este proceso.

En lo relacionado con la actuación del maestro, es necesario que al finalizar cada sesión de trabajo o tras la discusión en pequeños grupos, se cuente con un espacio de tiempo para realizar un plenaria general y evaluar la actividad, en lo que respecta al alcance de la misma como al desarrollo de habilidades metacognitivas, de esta forma el maestro cuenta con la materia prima para realizar la mediación requerida.

Con relación al tiempo de ejecución, las actividades se diseñaron para un período escolar de 10 semanas, cada semana contó con seis horas de trabajo directo en el aula. Por lo tanto, según el calendario escolar de cada institución en particular se podrá presentar aumento o disminución en

el tiempo de aplicación. Además, cabe recordar que la potenciación de la reflexión metacognitiva está sujeta al ritmo de aprendizaje de cada individuo y no son fáciles de adquirir, por ende, no puede delimitarse a un espacio de tiempo específico.

Finalmente, al considerar el importante papel de la metacognición en la adquisición de aprendizajes en profundidad, en el desarrollo de la autorregulación y la autonomía, se sugiere el diseño y la aplicación constante de actividades de intervención de aula enmarcadas en el desarrollo esta dimensión del pensamiento crítico.

Referencias bibliográficas

- Al-Ahmadi, F. M. A. (2008). *The development of scientific thinking with senior school physics students*. Center for Science Education Educational Studies. Scotland United Kingdom: Faculty of Education University of Glasgow.
- Alvarado, C., *Los libros de texto de Química de secundaria ¿Mediadores para el aprendizaje del tema de acidez y basicidad?* Tesis de Maestría en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz, España, 2007.
- Allueva, P. (2002). Conceptos básicos sobre metacognición. En: P. Allueva, *Desarrollo de habilidades metacognitivas: programa de intervención*. Zaragoza: consejería de Educación y ciencia. Diputación General de Aragón, 59-85.
- Angulo, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de ciencia, basada en la metacognición*. Tesis Doctoral, Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Archer, R. D. (1994). Foreword., in Schwartz, A. T.; Bunce, D. M.; Silberman, R G.; Stanitski, C. L.; Stratton, W. J. & Zipp, A. P. *Chemistry in Context. Applying Chemistry to Society*, American Chemical Society Dubuque, IA, USA: Wm. C. Brown Pub, 1994.
- Bara, P. (2001). *Estrategias Metacognitivas y de Aprendizaje: Estudio empírico sobre el efecto de la aplicación de un programa metacognitivo, y el dominio de las estrategias de aprendizaje en estudiantes de E.S.O, B.U.P y Universidad*. Madrid. Universidad Complutense. Facultad de Educación. Dpto. de Didáctica y Organización Escolar.

- Brown, A. (1987). Metacognition, execute control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In: Weinert, F. E. and Kluwe. R., *Metacognition, motivation and understanding*. London: Lawrence Erlbaum Associates, publishers.
- Caamaño, A. (Coord.) (2005). Contextualizar la ciencia. Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. *Alambique*, 46, 5-8.
- Camilloni, A. (2007). Los profesores y el saber didáctico. En Camilloni, A. (Comp.). *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós. (pp. 201-231).
- Campanario, J. M. & Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Case, J. M. (2000). *Students' perceptions of context, approaches to learning and metacognitive development in a second year chemical engineering course*. Doctoral dissertation, Faculty of Education, Monash University.
- Castellón, M., Cassiani, P. & Diaz, J. (2015). *Propuesta con estrategias metacognitivas para fortalecer la comprensión lectora a través de ambientes virtuales de aprendizaje para estudiantes de 6° Grado*. Tesis Magistral. Universidad de la Costa, Barranquilla.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras M., Onrubí, J., Solé, I. & Zabala, A. (2007). *Enseñar y aprender en el contexto del aula*. Barcelona: Grao.

- Cornejo, T. (2002). La comprensión estratégica del discurso Un estudio de los esquemas convencionales del texto expositivo para la determinación de la macroestructura textual mediante el modelamiento metacognitivo. Tesis para optar al Grado de Magíster en Lingüística. Concepción. Universidad de Concepción.
- Chamizo, J. A. & Garritz, A. (2010). *Hacia una reconstrucción del currículo de la química*. Memorias de la 1ª Conferencia Latinoamericana del International History, Philosophy, and Science Teaching Group, Sao Paulo, Brasil.
- Choppi, M. M. (2013). *La enseñanza de estrategias de pensamiento, en segundo ciclo de educación primaria*. Buenos Aires: Universidad FASTA.
- Dankhe, G. (1989). *La comunicación humana: ciencia social*. México: McGraw-Hill.
- Elosúa, M y García, E. (1993). *Estrategias para enseñar y aprender a pensar*. Madrid: Narcea.
- Fensham, P.J., Science for all: A reflective essay, *Journal of Curriculum Studies*, **17**(4), 415-435, 1985.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American psychologist*, 34, 906-911.

- Flórez, V. N. & Moreno, J. E. (2009). *Aprender a enseñar ciencias vinculando el museo como recurso didáctico para la enseñanza del sistema circulatorio humano. Un estudio de caso*. Tesis Magistral. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Gallagher, J. J. (1971). A broader base for science education. *Science Education*, 55(3): 329-338, 1971.
- Garritz, A. (1994). Ciencia-Tecnología-Sociedad a diez años de iniciada la corriente. *Educación Química*, 5(4), 217-223.
- Gil, R.L. (2001). *La actividad metacognitiva como desencadenante de procesos de autorregulación en las concepciones y prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias experimentales*. Tesis doctoral. Universidad autónoma, Barcelona.
- Glaser, R. (1994). Learning theory and instruction. En: G. D'Ydewalle, P. Eelen y B. Bertelson (eds.). *International perspectives on psychological science*. (Vol. 2) NJ: Erlbaum.
- Gómez, M. R., & Sanmartí, N. (2003). *Algunos factores que influyen en el éxito académico de los estudiantes universitarios en el área de química*. Universitat Autònoma de Barcelona
- Gómez, M. R. (2007). Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química. *Enseñanza de las ciencias*, 25(1), 059-72.
- Gómez, M. R. (2008). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación química*, 19 (3).

- González, S., & Escudero, C. (2007). En busca de la autonomía a través de las actividades de cognición y de metacognición en Ciencias. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 310-330.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares, *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1): 111-122.
- Jorba, J. & Sanmartí, N. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimiento. *Alambique Didácticas de las Ciencias Experimentales*, (4), 59-77.
- Klimeko, O. & Álvarez, L. (2009). *Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas*. Universidad cooperativa de Colombia: CONADI.
- Labatut, E. M. (2004). *Aprendizaje universitario: Un enfoque metacognitivo*. Tesis Doctoral. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 72, 9-32.
- Martínez, J. R. (2004). *Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de psicología*. Tesis Doctoral. España: Universidad de Barcelona.

- Membiela, P., Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria, *Alambique*, 13, 37-44, 1997.
- Monereo, C (Coord). (2008). *Ser estratégico y autónomo aprendiendo. Unidades didácticas de enseñanza estratégica para la ESO*. Barcelona: Graó.
- Monereo, C. (2001). La enseñanza estratégica Enseñar para la autonomía. *Aula de Innovación*, 100.
- Ocampo. V.H. (2016). *Aportes de la solución de problemas en el campo disciplinar de la química*. Tesis Magistral. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación. Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*.15(1), enero – junio.
- Ribeiro, M., & Neto, A. (2008). La enseñanza de las ciencias y el desarrollo de destrezas de pensamiento: un estudio metacognitivo con alumnos de 7º de primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 211-226.
- Sandí Ureña, S., & Cooper, M. M. (2011). Evaluación y desarrollo de la metacognición en la enseñanza de la química. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 26 (2), 47-57.
- Sandí Ureña, S., & Cooper, M. M. and Stevens, R., (2012). Effect of cooperative problem based lab instruction on metacognition and problem solving skills. *Journal of Chemical Education*, 89, 700-706.

- Soláz-Portoléz, J. J. (2010). Variables cognitivas y metacognitivas en la resolución de problemas de química: propuesta de estrategias didácticas. *Quim. Nova*, 33 (6), 1403-1407.
- Tamayo, O. E. (2006). La metacognición en los modelos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En: *Los bordes de la pedagogía: del modelo a la ruptura*. Universidad Pedagógica Nacional. 275-306.
- Tamayo, O. E. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica las ciencias. TED: *Tecné, Episteme y Didaxis*, (31), 25-45.
- Tamayo, O. E., Zona, R., & Loaiza, Y. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales de su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*. Vol. 11 (2). 111-33.
- Tesouro, C., M. (2006). Enseñar a aprender a pensar en los centros educativos, incluso en las actividades de evaluación. *Revista Electrónica interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 9 (1), 1-14
- Valenzuela, J. (2008). Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo. *Revista Iberoamericana de educación*, 168.
- Van Berkel, B., Vos, W., Verdonk, A., & Pilot, A. (2000). Normal Science Education and its Dangers: The Case of School Chemistry. *Science & Education*, 9 (1-2), 123-159.

Vargas, E. & Arbeláez, C. (2001). Consideraciones teóricas acerca de la metacognición. *Revista de Ciencias Humanas*, 28.

Vilches, A. & Furio, C. (1999). *Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la educación científica para el siglo XXI*. Consultado el 20 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctseduccion.htm>.

Zenteno, B.E. *Secuencias didácticas en la dimensión Ciencia-Tecnología-Sociedad para la educación media superior de la química*, Tesis para obtener el grado de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, México: UNAM, 2007.

Zulma, M. (2006). Aprendizaje autorregulado: el lugar de la cognición, la metacognición y la motivación. *Estudios pedagógicos*, 32 (2), 121-132.

Anexo A. Actividades de intervención didáctica con enfoque CTS

Diseño de actividades de intervención didácticas con enfoque de ciencia tecnología y sociedad (CTS)

Desde muchos años se ha intentado unificar el sentido de cómo enseñar ciencias, pero este camino de buscar la mejor manera de enseñar llega a la misma conclusión. Integrar el contexto de lo que se aprende con lo que se utiliza, y esto es una brecha que se debe de cerrar poco a poco.

Para futuros ciudadanos en una sociedad democrática, comprender la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como entender los conceptos y los procesos de la ciencia (Gallagher, 1971). De esta manera se busca crear una cadena tan fuerte entre los lineamientos de la ciencia la tecnología y la sociedad.

La definición de la CTS desde la química según Archer (1994): CTS se basa en el desarrollo de actividades enfocadas hacia ‘la toma de decisiones sobre aspectos sociales del mundo-real que tienen un contenido importante de ciencia y de técnica. El contenido científico se construye sobre una base de necesidad-de-conocer, que también provee al alumno de la capacidad de razonamiento crítico para considerar otros aspectos que serán de importancia en el siglo XXI.

Para el diseño de las actividades de intervención didácticas, se tienen en cuenta estos planteamientos para una mejor construcción de la misma. Esto asegura que los procesos de aprendizaje siempre estén sumergidos en un contexto de CTS. Sobre esto Gilbert (2006) ha indicado que la función del contexto es “*describir las circunstancias que le dan sentido a las palabras, las frases y las oraciones*” y que el contexto es “*un evento focal inmerso en un espacio cultural específico*”.

La intervención didáctica se define como el proceso de apropiación de los saberes, a partir de estrategias didácticas innovadoras, creativas e integradoras que propicien aprendizajes significativos” (Cornejo, 2008).

En este caso la intervención didáctica se desarrolla en las siguientes etapas,

Se categorizan los estudiantes por niveles de desempeño, esto se hizo con los informes de los docentes del área. Esta categorización se divide en nivel bajo, nivel medio, y nivel alto. Con esta información se diseña la primera intervención didáctica.

En el diseño de la intervención didáctica se plantea el tema central sobre qué pasaría si se hace insostenible la vida en la tierra. Donde se abordan diferentes alternativas para un futuro de la supervivencia.

Se trabajan 3 actividades: vivir bajo el mar (Boyle), vivir en otro planeta (Charles), y vivir bajo tierra (Avogadro).

Se aplican las intervenciones didácticas, donde se realizan 4 intervenciones. En la intervención 0, se busca indagar por los saberes previos, en la intervención 1 se trabaja la Ley Boyle, en la intervención 2 se trabaja la Ley de Charles, en la intervención 3 se trabaja con el principio de Avogadro. Todas estas intervenciones didácticas son diseñadas desde un ambiente CTS.

En el diseño de las intervenciones didáctica se tienen en cuenta las diferentes dimensiones del pensamiento crítico, donde se asocian preguntas que van enfocadas a la motivación, argumentación, solución de problemas, y la metacognición.

Cada intervención didáctica se trabaja con el siguiente esquema: Individualización de la situación, discusión de la situación grupal con pares académicos, y por último socialización general con intervención del docente.

Las intervenciones didácticas se diseñan para un tiempo estimado de diez semanas, dentro del calendario académico de la institución educativa (periodo académico).

Cada intervención se divide de la siguiente manera:

Intervención 0 (saberes previos): 1 semanas clase

Intervención 1 (vivir bajo el agua): 3 semanas clase

Intervención 2 (vivir en otro planeta): 3 semanas clase

Intervención 3 (vivir bajo tierra): 3 semanas clase